



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES  
SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO**

**Gilmar Humberto Vásquez Calderón**  
Asesorado por el Ing. José Marcos Mejía Son

Guatemala, febrero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES  
SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GILMAR HUMBERTO VÁSQUEZ CALDERÓN**  
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ MARCOS MEJÍA SON

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 5 de marzo de 2015.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and lines, positioned above the printed name.

**Gilmar Humberto Vásquez Calderón**

Guatemala, 18 de octubre de 2017

Ingeniero  
Guillermo Francisco Melini Salguero  
Jefe del Departamento de Planeamiento  
Facultad de Ingeniería

Después de revisar el trabajo de graduación del estudiante Gilmar Humberto Vásquez Calderón, quien se identifica con carné No. 1998-30316, titulado PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO, y haber hecho las correcciones necesarias al mismo, lo doy por aprobado y lo autorizo para continuar con el proceso correspondiente.

Sin otro particular, me despido atentamente.

Ing. José Marcos Mejía Son  
Colegiado No. 7401





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
08 de noviembre de 2017

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gilmar Humberto Vásquez Calderón, quien contó con la asesoría del Ing. José Marcos Mejía Son.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Jefe ~~Del~~ Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
U S A C

/mrrm.



*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*





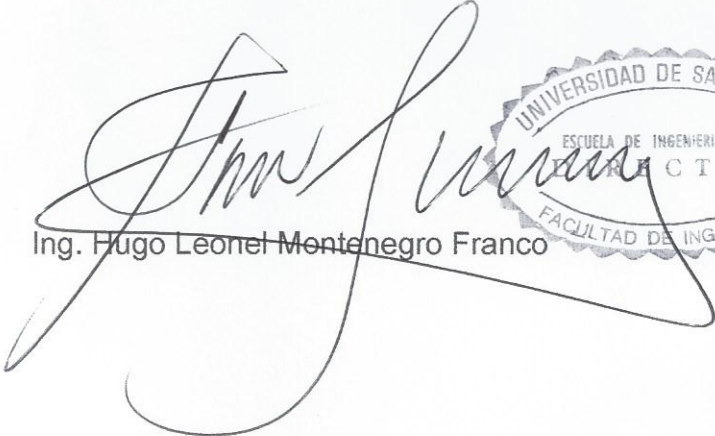
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. José Marcos Mejía Son y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Gilmar Humberto Vásquez Calderón PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2018

/mmm.

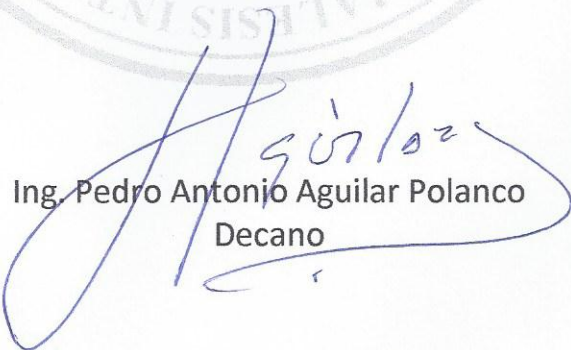
Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO**, presentado por el estudiante universitario: **Gilmar Humberto Vásquez Calderón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, febrero de 2018

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** El ser creador de todo, quien con su espíritu guía mi conciencia y me fortalece para alcanzar mis metas. Y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante el proceso de estudio.
- Mis padres** Lisandro Humberto Vásquez Bravo y Floridalma María Calderón de Vásquez (q.e.p.d.) por darme la vida, quererme mucho, por creer en mí y ser siempre incondicionales; con su ejemplo, cariño y esfuerzo me orientaron por el camino de la verdad, honradez y amor.
- Mis hermanos** Byron, Emy y Luceny por haberme enseñado el significado de la sinceridad, el respeto, la aceptación, la confianza, la felicidad, el compañerismo y el amor; enseñanzas que sin duda alguna han contribuido para alcanzar mis metas; a los tres los quiero mucho.
- Mis sobrinos** Para que vean en este triunfo un ejemplo a seguir.

**Mis amigos**

A todos ellos por ser parte de mi vida y llenarla de grandes momentos.

## AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Bendita *alma mater* que me mostró el sendero del conocimiento y me preparó sabiamente para el campo profesional; que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.

**Facultad de Ingeniería**

Por dedicarse a formarnos como profesionales de alto nivel, con valores, principios y conocimientos, para contribuir al progreso y desarrollo de nuestro país.

**Escuela de Ingeniería  
Civil**

Que me ha formado como ingeniero; por ser mi segundo hogar y por haberme permitido vivir dentro de sus aulas buenos y difíciles momentos que la carrera conlleva; por despertar en mí la pasión por mi profesión.

**Mis compañeros**

Por compartir momentos felices, difíciles e inolvidables y por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional.

**Mis catedráticos**

Por ser los que forjaron en mí el conocimiento; por todo su tiempo; por despertar el interés y la curiosidad en mi formación y por enseñarme los valores y la toma de decisiones precisas y positivas para ser mejor cada día; sobre todo, al Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza por ser un modelo a seguir.

**Mi asesor de tesis**

**Ing. José Marcos Mejía**

Gracias por sus consejos, comprensión e incondicional apoyo; demostrando siempre humildad y profesionalismo en el proceso de asesoría académica.

**Mi revisor de tesis**

**Ing. Guillermo Melini**

Gracias por sus consejos, comprensión e incondicional apoyo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. CONCRETO PREMEZCLADO.....	1
1.1. Definiciones .....	1
1.2. Actualidad.....	2
1.3. Tipos.....	5
1.4. Materiales .....	8
1.5. Gestión ambiental.....	10
1.5.1. Nivel internacional .....	11
1.5.2. Nivel nacional .....	12
2. PLANTA DE CONCRETO PREMEZCLADO.....	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Definición.....	15
2.3. Tipos.....	16
2.4. Clasificación .....	18
2.5. Aspectos ambientales.....	21
2.5.1. Definición .....	22
2.5.2. Tipos.....	22
2.6. Impactos ambientales.....	24

2.7.	Medidas de mitigación.....	26
3.	EVALUACIÓN CASO PRÁCTICO .....	29
3.1.	Antecedentes .....	29
3.2.	Método aplicado.....	29
3.2.1.	Descripción.....	30
3.3.	Actividades de campo .....	30
3.3.1.	Generalidades .....	32
3.3.2.	Alcance.....	32
3.3.3.	Medios utilizados.....	33
3.3.3.1.	Visitas.....	37
3.3.3.2.	Listas de verificación .....	38
3.3.3.3.	Entrevistas.....	38
3.3.3.4.	Cuestionarios .....	39
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
4.1.	Generalidades.....	41
4.2.	Tabulación y análisis información .....	43
4.3.	Gráficas y tablas .....	71
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES .....	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
	APÉNDICES.....	85

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Producción mundial de concreto .....	4
2.	Actividades de producción, planta de concreto premezclado.....	17
3.	Manejo de concreto premezclado .....	21
4.	Problemas ambientales asociados a las plantas de concreto premezclado.....	23
5.	Impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida .....	33
6.	Flujo producción de concreto premezclado .....	37
7.	Instalaciones de la planta de producción 1 .....	45
8.	Instalaciones de la planta de producción 2 .....	45
9.	Instalaciones de la planta de producción 3 .....	46
10.	Instalaciones de la planta de producción 4 .....	46
11.	Manejo de agregados de la planta de producción 1.....	47
12.	Manejo de agregados de la planta de producción 2.....	47
13.	Manejo de agregados de la planta de producción 3.....	48
14.	Manejo de agregados de la planta de producción 4.....	48
15.	Equipo reciclamiento de agregados en planta 1 .....	51
16.	Equipo reciclamiento de agregados en planta 2 .....	51
17.	Elaboración de productos prefabricados en conjunto con la municipalidad .....	52
18.	Disposición de concreto devuelto o residual en planta 1.....	54
19.	Disposición de concreto devuelto o residual en planta 2.....	55
20.	Disposición final de concreto residual en planta 3 .....	55
21.	Disposición final de concreto devuelto en planta 4 .....	56
22.	Manejo de desechos sólidos comunes en planta 1 .....	56
23.	Manejo de desechos sólidos comunes en planta 2.....	57

24.	Manejo desechos sólidos comunes en planta 3 .....	57
25.	Manejo desechos sólidos comunes en planta 4 .....	58
26.	Instalaciones para el manejo de concreto residual, planta 1 .....	59
27.	Instalaciones para el manejo de concreto residual, planta 2 .....	59
28.	Instalaciones para el manejo de concreto residual, planta 3 .....	60
29.	Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 1.....	61
30.	Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 2.....	62
31.	Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 3.....	62
32.	Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 4.....	63

## TABLAS

I.	Propiedades y ensayos de agregados.....	9
II.	CO <sub>2</sub> generado por la industria de concreto en Guatemala .....	25
III.	Clasificación resumida de aspectos e impactos ambientales .....	31
IV.	Acciones en la planta de concreto potencialmente impactantes (relación causa-efecto) .....	42
V.	Resumen del tipo de personal, planta de concreto .....	44
VI.	Información del tamaño de las plantas (m <sup>2</sup> ).....	44
VII.	Información consumo mensual de agregados .....	49
VIII.	Información consumo mensual de cemento .....	49
IX.	Información volumen de producción mensual (m <sup>3</sup> /mes) .....	50



X.	Información de recuperación de agregados en la recicladora (m <sup>3</sup> /año) .....	52
XI.	Información de aprovechamiento y elaboración de productos de concreto residual devuelto diariamente, por convenio con municipalidades .....	53
XII.	Información del proceso de calidad de cilindros de concreto (diario) .....	58
XIII.	Información del consumo de agua (m <sup>3</sup> /mes) .....	60
XIV.	Información sobre quejas de vecinos .....	64
XV.	Resultados de mediciones puntuales de partículas en suspensión, planta 1 .....	65
XVI.	Resultados de mediciones puntuales de partículas en suspensión, planta 2 .....	66
XVII.	Resultados de medición de ruido en planta 1 .....	69
XVIII.	Resultados de medición de ruido en planta 2 .....	70
XIX.	Consumo de combustible de flota de camiones por cada planta, 2015 .....	71
XX.	Consumo mensual combustible por cada planta, en generadores y cargadores frontales, 2015.....	71
XXI.	Componentes ambientales susceptibles de ser afectados.....	72
XXII.	Clasificación de actividades del proceso según impacto.....	73
XXIII.	Matriz de aspectos e impactos ambientales, planta de concreto .....	74



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>DS</b>	Desechos sólidos
<b>DSP</b>	Desechos sólidos peligrosos
<b>h</b>	Hora
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>KW</b>	Kilowatt
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>%</b>	Porcentaje
<b>T</b>	Tonelada
<b>u</b>	Unidad





## GLOSARIO

<b>Agregados naturales</b>	Proviene de depósitos minerales y se someten a tratamientos y lavados mecánicos.
<b>Abiótico</b>	Se refiere al entorno donde no puede desarrollarse la vida; es el término opuesto a biótico, ya que nombra a lo que no se incluye o no es un producto de los seres con vida.
<b>Biótico</b>	Los factores bióticos son todos los organismos que tienen vida. Pueden referirse a la flora y la fauna de un lugar y sus interacciones.
<b>Camión agitador</b>	Camión que está dotado de un gran tambor giratorio para evitar la pérdida de la plasticidad de la mezcla durante su transporte a la obra.
<b>Camión mixer</b>	Camión consistente en un depósito de agua independiente y un tambor giratorio donde se realiza la mezcla durante el transporte a la obra.
<b>Clasificación</b>	Consiste en agrupar determinados componentes, elementos, o sustancias, para ser manejados en forma especial, lo que facilita el reciclaje o continuar con la próxima etapa del manejo.

<b>Desecho</b>	Es un material u objeto que resulta de una actividad cualquiera, que no es útil para el que lo genera o posee, sino que además no existe otra utilidad para este. Sinónimo de residuo.
<b>Disposición final</b>	Proceso u operaciones para tratar de disponer en un lugar los desechos, como última etapa en su manejo permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
<b>Dosificación del concreto</b>	Proceso que consiste en pesar o medir volumétricamente los ingredientes del concreto (arena, grava, cemento y agua) e introducirlos al mezclador.
<b>Filler</b>	Es la fracción que pasa el tamiz de 0,063 mm, por lo que tiene una elevada superficie específica; desempeña un papel importante en las mezclas bituminosas.
<b>Impacto ambiental</b>	Cualquier cambio neto, positivo o negativo, que provoca sobre el ambiente como consecuencia indirecta, de acciones antrópicas susceptibles de producir alteraciones que afecten la salud, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos esenciales.

<b>Manejo</b>	Toda actividad técnica y operativa de residuos que involucre el manipuleo, acondicionamiento, tratamiento o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
<b>Mezcla de áridos</b>	Árido que consiste en una mezcla de agregados finos y gruesos. Una mezcla puede ser producida sin separación previa de agregados finos y gruesos o combinando agregados finos (arena) y gruesos.
<b>NIOSH</b>	El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (conocido por sus siglas en inglés como NIOSH) es una agencia federal de los Estados Unidos encargada de realizar investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo.
<b>Pilas de almacenamiento</b>	Se utilizan para materiales a granel, cuentan con características especiales que no perjudiquen la calidad del producto ni causen perturbaciones al extraerse el material a granel.

**Sostenibilidad**

Cualidad de sostenible, especialmente las características del desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones.

**Trabajabilidad**

La propiedad de la mezcla de concreto que determina su facilidad de ser moldeada, colada y acabada.

## RESUMEN

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo entero; las estructuras de concreto han pasado la prueba del tiempo por más de 2 000 años; debido a su durabilidad su uso es una solución de diseño viable para el desarrollo sustentable.

En la actualidad las plantas de concreto premezclado incorporan tecnologías y sistemas, para asegurar la mejora continua en el desempeño ambiental y garantizar el uso eficiente de los recursos naturales dentro del desarrollo sustentable; la industria del concreto debe enfocarse en la implementación de estas medidas que permitan mitigar el impacto ambiental que este sector provoca en sus operaciones normales, con el adecuado uso de recursos como la energía, el agua, el suelo, las materias primas, entre otros; como base esencial para mejorar la calidad ambiental en Guatemala.

Algunas de estas iniciativas son: modernización y mejora de los sistemas de sedimentación, la incorporación de modernos equipos colectores de polvo en los silos de almacenamiento y sistemas de humectación para reducir las emisiones generadas en las pilas de almacenamiento de materia prima.

Por esta razón, se desarrolló un documento que permita evaluar las operaciones de las plantas de concreto premezclado desde el punto de vista ambiental a través de la identificación de los aspectos ambientales significativos. Se espera que el documento pueda servir como referencia bibliográfica para los estudiantes de la carrera de ingeniería e interesados en el tema.



# OBJETIVOS

## General

Analizar y evaluar el impacto ambiental asociado a la industria del concreto premezclado, identificando los aspectos e impactos ambientales significativos en la operación de plantas de concreto premezclado.

## Específicos

1. Conocer sobre los procesos, materiales, equipos y personal involucrado en la producción de concreto premezclado.
2. Identificar y cuantificar los aspectos e impactos ambientales de cada etapa de la producción del concreto fabricado en una planta de premezclado.
3. Promover la gestión ambiental y mejorar la calidad del ambiente en Guatemala.
4. Ofrecer al estudiante y profesional de ingeniería civil un documento que sirva de referencia sobre el tema.





## INTRODUCCIÓN

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo entero; su durabilidad es un atributo sustentable debido a que no se oxida, no se pudre y no se quema; al mismo tiempo, se requiere menos energía y recursos a lo largo del tiempo para reparar o reemplazar edificaciones hechas con concreto.

La industria del concreto premezclado en Guatemala tiene más de 60 años de presencia en el país; su desarrollo está a nivel de la más alta tecnología en producción y en la colocación del concreto; para una adecuada gestión ambiental de las actividades de las plantas de concreto premezclado, es necesario conocer los aspectos e impactos ambientales significativos relacionados con su operación, que permitan formular las acciones necesarias para mejorar su desempeño ambiental.

El capítulo uno presenta información relacionada con el concreto premezclado: definición, actualidad, tipos y la gestión ambiental de esta industria. En el capítulo dos se abordan los diferentes tipos de plantas de concreto premezclado y se definen los aspectos e impactos ambientales relacionados con sus actividades.

El capítulo tres incluye la evaluación de un caso práctico: se describe la metodología y las actividades desarrolladas; por último, el capítulo cuatro presenta el análisis de los resultados; al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones surgidas dentro del estudio y la bibliografía consultada.



# 1. CONCRETO PREMEZCLADO

## 1.1. Definiciones

- “Construcción sostenible: aquella que, con especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios.”<sup>1</sup>
- “Concreto: es la unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena lo que nos da una mezcla llamada concreto. El cemento representa sólo el 15 % en la mezcla del concreto por lo que es el que ocupa menor cantidad en volumen; sin embargo, su presencia en la mezcla es esencial. Al concreto se le agrega un aditivo el cual tiene diferentes funciones tales como reducir el agua, acelerar la resistencia e incrementar su trabajabilidad.”<sup>2</sup>
- “Concreto verde (*green concrete*): es un material respetuoso del medio ambiente, que se fabrica a partir de productos de desecho como cáscara de arroz, cenizas, micro silicatos, entre otros. El uso del concreto verde reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, debido a que requiere menos cemento en

---

<sup>1</sup> *La construcción sostenible*. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/apala.html>. Consulta: 2 de febrero de 2015.

<sup>2</sup> *Concreto*. <http://www.holcim.com.mx/productos-y-servicios/concreto.html>. Consulta: 6 de febrero de 2015.

su composición.”<sup>3</sup>

- “Concreto de mezcladora: se hace en volumen suelto, asegura concretos uniformes de manera económica.”<sup>4</sup>
- “Concreto premezclado: es el concreto preparado en planta, en instalaciones fijas y transportado hasta el lugar por la utilización de camiones mezcladores, logrando rendimiento alto; el cargado de los materiales se realiza en plantas dosificadoras o plantas de concreto en mezcladora.”<sup>5</sup>

## 1.2. Actualidad

El sector de la construcción presenta grandes retos que obligan a que los fabricantes de equipos y productores de concretos desarrollen nuevas tecnologías en la producción de concretos de alta calidad, durabilidad y resistencia que permiten sólidos y modernos diseños arquitectónicos.

El término concreto es originario del latín: *concretus*, que significa ‘crecer unidos’ o ‘unir’. Su uso en español se transmite por vía de la cultura anglosajona, como anglicismo, de la voz inglesa *concrete*. A continuación, se presentan algunas fechas, relacionadas con el concreto premezclado:

- En 1872 el ingeniero Deacon expresó que el concreto premezclado, preparado especialmente para ser empleado directamente en la obra sería

---

<sup>3</sup> *El concreto y cemento verde*. <http://ideasparaconstruir.com/n/2881/el-concreto-y-cemento-verde.html>. Consulta: 1 de marzo de 2015.

<sup>4</sup> *Tecnología del concreto*. <http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/concreto-premezclado-33929146>. Consulta: 16 de febrero de 2015.

<sup>5</sup> *Ibid.*

una gran ventaja para la industria de la construcción, así surge la idea del concreto premezclado.

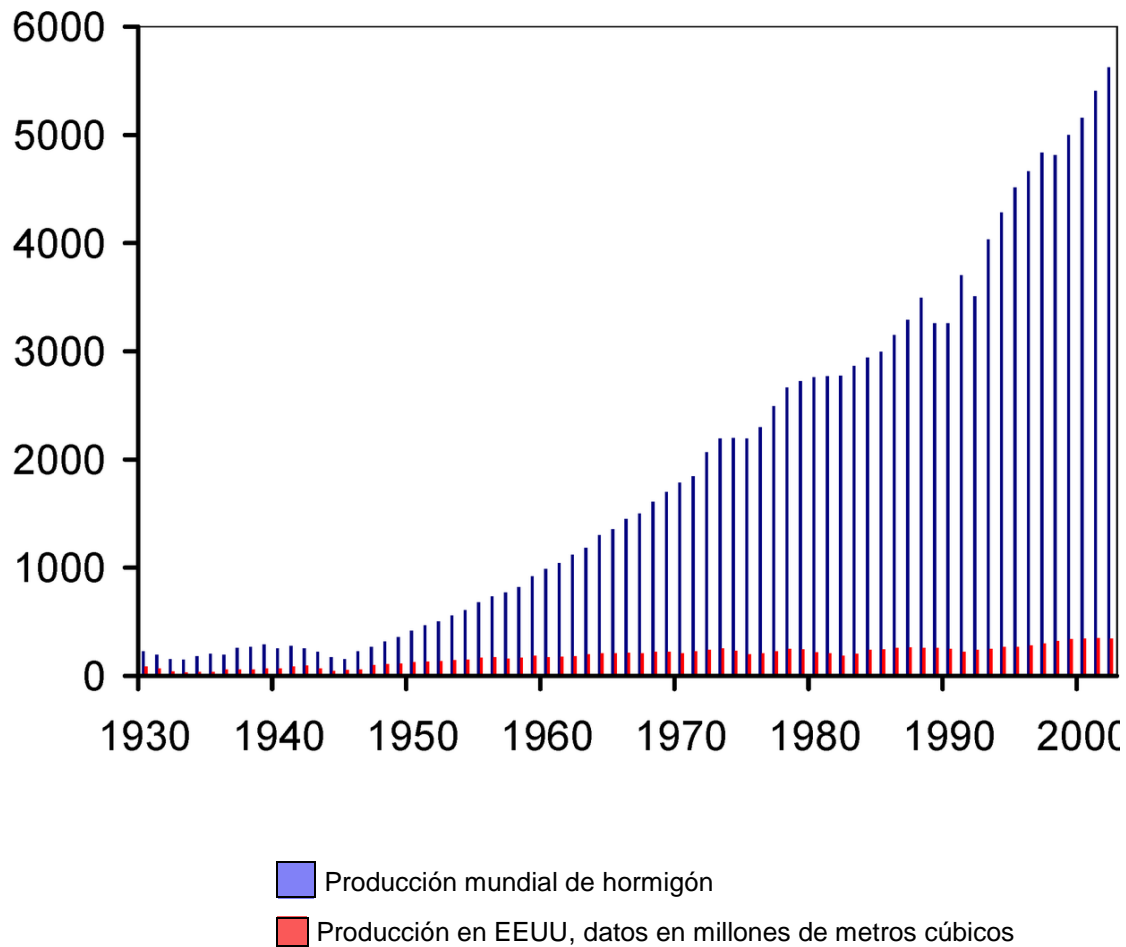
- En 1872 se estableció en Inglaterra la primera planta de concreto premezclado en el mundo.
- Se continuó en Alemania en 1903, Estados Unidos en 1913, Dinamarca en 1926, Noruega y Suecia en 1937, Australia en 1939, Islandia en 1943, Holanda en 1948, México 1950, Bélgica en 1956, Finlandia y Sudáfrica en 1958, Austria en 1961, Italia en 1962, Israel en 1963 y en Argentina en 1964.
- En Guatemala se inicia la fabricación del cemento en el año 1899; a partir de 1917 fue necesaria la utilización de concreto simple y armado debido a los desastres naturales ocurridos en esa época. En 1954 se abre la primera empresa de producción de concreto premezclado.

La demanda de concreto aumentó constantemente a medida que la población mundial creció rápidamente durante el siglo XX; la elección entre el concreto premezclado en planta y el elaborado *in situ* se basa en las circunstancias particulares de la obra en cuestión, en los aspectos técnicos y en los costos beneficios asociados con cada uno.

“La producción mundial del cemento fue de más de 2500 millones de toneladas en 2007. Estimando una dosificación de cemento entre 250 kg y 300 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, significa que se podrían producir

de 8 000 a 10 000 millones de metros cúbicos, que equivalen a 1,5 metros cúbicos de hormigón por persona.”<sup>6</sup>

Figura 1. **Producción mundial de concreto**



Fuente: *Hormigón*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>. Consulta: 20 de marzo de 2015.

<sup>6</sup> *Hormigón*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>. Consulta: 20 de marzo de 2015.

### 1.3. Tipos

El concreto es una mezcla de diversos materiales, es necesaria una adecuada dosificación para obtener un concreto con las normas de calidad requeridas. El comportamiento mecánico del concreto y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

- Características, composición y propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante, endurecida.
- La calidad propia de los agregados, incluyendo los agregados finos y gruesos.
- La afinidad de la matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

El concreto se puede clasificar de diferentes maneras de según el criterio utilizado:

- Función
- Resistencia
- Forma de elaboración

La clasificación según el procedimiento de mezcla del concreto premezclado, es la siguiente:

- Concreto parcialmente mezclado: se mezcla parcialmente en la

mezcladora estacionaria y el mezclado se completa en el camión mezclador.

- Concreto mezclado en el camión: se mezcla completamente en el camión mezclador.
- Concreto mezclado en central: se mezcla completamente en la mezcladora estacionaria, entrega en:
  - Camión agitador
  - Camión mezclador operando en la velocidad de agitación
  - Camión no agitador

A continuación, se presentan los principales tipos de concreto premezclado que actualmente se utilizan:

- Concreto estructural: concreto de alta calidad que cumple con las especificaciones más estrictas de los reglamentos de construcción para zonas sísmicas alcanzando la resistencia a las 24, 48 o 72 horas.
- Concreto vivienda industrializada: concreto superfluido que facilita la colocación y disminuye la necesidad de vibrado del concreto logrando una excelente compactación y acabado superficial alcanzando la resistencia especificada a las 14, 18 o 24 horas.
- Concreto autocompactable: es un producto que presenta una gran facilidad para fluir por sí mismo sin necesidad de vibrado, aún entre el



acero de refuerzo sin segregación ni sangrado.

- Concreto baja contracción: concreto especialmente diseñado para la construcción de elementos que requieran de un alto desempeño y una gran estabilidad volumétrica.
- Concreto lanzado: producto diseñado para recubrimientos, estabilización de taludes, reparación de estructuras o para construcción de túneles.
- Concreto ligero: concreto de características particulares para reducir peso en las estructuras y cargas a la cimentación o para cuando se requiere concreto con propiedades de aislamiento térmico y acústico.
- Relleno fluido: producto autonivelable, especialmente diseñado para el relleno de cavidades, zanjas y para la conformación de bases en sustitución de suelos granulares o arcillosos. Fácilmente removible en aplicaciones temporales o de bajo requerimiento de resisten.
- Concreto convencional: concreto de uso general para todo tipo de construcciones que no requieran características especiales.
- Concreto fluido convencional: ideal para el colado de elementos estrechos de difícil acceso diseñado para facilitar la colocación y disminuir las necesidades de vibrado proporcionando una excelente compactación y acabado superficial.
- Concreto fluido estructural: concreto de alta fluidez que facilita la colocación y disminuye las necesidades de vibrado en elementos de difícil acceso o densamente armados, dando un excelente acabado superficial. Cumple con las especificaciones más estrictas de los reglamentos.

- Concreto ultrarrápido convencional: concreto de uso general para todo tipo de construcciones, especialmente diseñado para alcanzar la resistencia especificada a las 24, 48 o 72 horas posteriores al colado.
- Concreto para la construcción de pavimentos urbanos, carreteras y patios de acceso o maniobras en proyectos industriales.
- Concreto de alta resistencia: diseñado para la construcción de edificios de gran altura y elementos de concreto de altas sollicitaciones estructurales.

#### **1.4. Materiales**

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla de cemento, arena, grava (u otro agregado) y agua; el cemento y el agua forman una pasta que rodea los agregados, constituyendo un material heterogéneo; algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamados aditivos, que modifican o mejoran algunas propiedades del concreto. Los elementos que componen el concreto se dividen en dos grupos:

- Activos: son el agua y el cemento a cuya cuenta corre la reacción química por medio de la cual fragua hasta alcanzar un estado de gran solidez (representan alrededor del 30% de la mezcla final).
- Inertes (agregados): son la grava y la arena cuyo papel fundamental es formar el 'esqueleto' del concreto; ocupan gran parte del volumen final, con lo cual se logra abaratarlo y disminuir notablemente los efectos de la reacción química del fraguado, particularmente los referentes a la contracción excesiva por el fraguado (representan alrededor del 70 % de la mezcla final).

Tabla I. **Propiedades y ensayos de agregados**

<b>Propiedad</b>	<b>Importancia</b>	<b>Norma</b>
Resistencia al desgaste y a la degradación	Índice de calidad del agregado; resistencia al desgaste de pisos y pavimentos	ASTM C 131 ASTM C 535 ASTM C 779
Resistencia a la compresión y al deshielo	Descascaramientos, asperezas, pérdidas de sección y deformación	ASTM C 666 ASTM C 682
Resistencia a la desintegración por sulfatos	Sanidad contra la acción del intemperismo	ASTM C 88
Forma de la partícula y textura superficial	Trabajabilidad del concreto en estado fresco	ASTM C 295 ASTM C 3398
Granulometría	Trabajabilidad del concreto en estado fresco, economía	ASTM C 117 ASTM C 136
Peso volumétrico o densidad en masa	Cálculos para el diseño de mezclas, clasificación	ASTM C 29
Peso específico	Cálculos para el diseño de mezclas	ASTM C 127 ASTM C 128
Absorción y humedad superficial	Control de calidad del concreto	ASTM C 70 ASTM C 127 ASTM C 128 ASTM C 566
Resistencia a la compresión y a la flexión	Aceptación del agregado fino cuando otras pruebas fallan	ASTM C 39 ASTM C 78
Definiciones de los componentes	Aclarar el entendimiento y la comunicación	ASTM C 125 ASTM C 294
Componentes de los agregados	Determinar cantidad de los materiales orgánicos y deletéreos	ASTM C 40 ASTM C 87 ASTM C 117 ASTM C 123 ASTM C 142 ASTM C 295
Resistencia a la reactividad con los álcalis y a cambio volumétrico	Sanidad contra el cambio de volumen	ASTM C 227 ASTM C 289 ASTM C 295 ASTM C 342 ASTM C 586

Fuente: IRUNGARAY SIERRA, Sergio Armando. *Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obra por camiones mezcladores en el departamento de Guatemala, según la norma ASTM C-94.* p. 11.

## 1.5. Gestión ambiental

La mejor forma de garantizar que un proyecto constructivo preverá, minimizará o mitigará efectivamente los impactos negativos al ambiente es por medio de una supervisión o gestión ambiental integral desde las fases más tempranas del ciclo del proyecto.

Una definición de gestión ambiental es: “conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible o sustentable, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.”<sup>7</sup>

Los principales efectos sobre el medio ambiente de los materiales utilizados en la construcción son los siguientes:

- Consumo energético
- Producción de residuos sólidos
- Incidencia en el efecto invernadero
- Incidencia en la capa de ozono
- Otros factores de contaminación ambiental

Una estrategia óptima para minimizar el impacto ambiental sería utilizar soluciones que minimizaran de manera equilibrada los efectos que estos producen sobre el medio ambiente.

---

<sup>7</sup> *Gestión ambiental*. [http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n\\_ambiental](http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_ambiental). Consulta: 10 de marzo de 2015.

### 1.5.1. Nivel internacional

En la actualidad, los criterios de la sostenibilidad y el diseño/construcción verde tienen mucha relevancia en la industria del concreto premezclado. “La sostenibilidad o ‘construcción verde’ busca balancear la eficiencia de recursos, la salud y las preocupaciones sociales a través del ciclo de vida de una estructura. Entre la variedad de beneficios que el concreto ofrece para alcanzar esta meta se encuentra la durabilidad.”<sup>8</sup>

A nivel internacional existen disposiciones contenidas en diferentes cuerpos: convenios, tratados y acuerdos, así como en documentos como la Agenda 21, que regulan algunos aspectos de la gestión ambiental en esta industria. Dentro de los objetivos principales para la reducción del impacto ambiental se tienen:

- Minimizar el uso de energía
- Reducir emisiones de CO<sub>2</sub>
- Conservar el agua
- Minimizar la basura
- Incrementar el uso de materiales reciclados

---

<sup>8</sup> *Sostenibilidad en la industria del concreto premezclado, uso eficiente del agua.*  
<http://www.zvdesign.org/laboratorios/wp-content/uploads/2012/12/Sostenibilidad-en-la-Industria-del-Concreto-Premezclado-uso-eficiente-del-agua.pdf>. Consulta: 6 de marzo de 2015.

### **1.5.2. Nivel nacional**

En Guatemala, la gestión ambiental es abordada por diferentes sectores, cada uno con diferentes funciones, intereses y áreas geográficas de acción; la gestión ambiental al integrarse a los objetivos económicos persigue la utilización eficiente de los recursos, la disminución de los costos, incrementar la rentabilidad y la competitividad, así como la identificación de oportunidades económicas, técnicas organizativas para prevenir y reducir la contaminación y los riesgos.

Desde 1954, el concreto premezclado es uno de los materiales de construcción más populares y versátiles en Guatemala, debido a la posibilidad de que sus propiedades sean adecuadas a las necesidades de las diferentes aplicaciones, así como su resistencia y durabilidad para soportar una amplia variedad de condiciones ambientales. Entre las principales empresas que se dedican a la producción y comercialización de concreto premezclado en Guatemala se tienen las siguientes:

- Mixto Listo
- FORCOGUA
- Macromix
- RAPIMIX

A continuación, se presentan algunas de las empresas que se dedican a la producción y comercialización de productos de concreto y que cuentan con plantas de producción de concreto premezclado en Guatemala:

- PROCRETO
- PRECON

A nivel técnico, la Norma ASTM C-94 Especificación estándar para concreto premezclado, rige todo lo relacionado sobre el concreto premezclado, elaborado y entregado al cliente en estado fresco. Especifica los requerimientos de la calidad del concreto, si estos no son especificados por el cliente.





## 2. PLANTA DE CONCRETO PREMEZCLADO

### 2.1. Antecedentes

La producción del concreto premezclado se realiza en instalaciones adecuadas (plantas de producción) donde se centralizan las operaciones y los suministros; el proceso comprende tres operaciones:

- Control, manejo y almacenamiento de materiales
- Dosificación
- Mezclado

### 2.2. Definición

“Son instalaciones utilizada para la fabricación del concreto a partir de la materia prima que lo compone: agregados, cemento y agua (también puede incluir otros componentes como *filler*, fibras de refuerzo o aditivos). Estos componentes que previamente se encuentran almacenados en la planta de concreto, son dosificados en las proporciones adecuadas, para ser mezclados en el caso de centrales mezcladoras o directamente descargados a un camión concretero en el caso de las centrales dosificadoras.”<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> *Planta de producción de concreto premezclado.*  
<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=029&fdname=NON-METALLIC+MINER+PRODUCTS&pagename=Planta+de+produccion+de+concreto+premezclado>. Consulta: 8 de marzo de 2015.

### 2.3. Tipos

Una planta de concreto premezclado tiene como función producir, transportar y entregar concreto a las diversas obras donde sean contratados sus servicios; de manera general existen dos tipos de plantas:

- Dosificadoras para la producción de concreto predosificado, carecen de amasadora; la mezcla de los materiales se vierte en un camión mezclador.
- Mezcladoras para la producción de concreto premezclado; incluyen una amasadora para homogenizar la mezcla.

Para producir concreto premezclado existen varios métodos, a continuación, se presentan algunos de estos:

- Producción de concreto con plantas dosificadoras: este tipo de plantas cuentan con un sistema automatizado de carga de los materiales; el sistema toma el diseño del concreto a producir y ejecuta la dosificación por cada material en función de su peso.
- Producción de concreto en plantas premezcladoras: operan de manera similar a las plantas dosificadoras, la única diferencia radica en el sistema de mezclado
- Producción de concreto en plantas móviles: este sistema se utiliza en los proyectos en donde no hay cobertura de las plantas dosificadoras o premezcladoras de concreto.

- Producción de concreto en vehículos auto cargables: Al igual que el método anterior, este sistema se utiliza en los proyectos en donde no hay cobertura de las plantas dosificadoras o premezcladoras de concreto.

Figura 2. **Actividades de producción, planta de concreto premezclado**



Fuente: FLORES ROMERO, Ángel Eduardo. *La variable ambiental en la trayectoria tecnológica de la industria cementera.* p. 65.

## 2.4. Clasificación

En cuanto al proceso de producción de concreto, es importante tener en cuenta que se puede realizar de varias maneras, inicialmente de manera manual, pero no asegura ningún término de calidad ni resistencia; por otra parte, la producción de concreto en plantas de concreto premezclado.

Las plantas de concreto se pueden clasificar desde varios puntos de vista, de acuerdo al criterio que se utilice.

- Según el tipo de concreto producido
  - Plantas de mezclado: para la producción de concreto premezclado, Incluyen una mezcladora, que es la encargada de homogeneizar la masa de concreto.
  - Plantas de dosificado: para la producción de concreto dosificado, a veces llamado concreto seco. La principal característica de estas plantas es que carecen de mezcladora. La mezcla de componentes dosificados se vierte en un camión concretero que es el encargado de homogeneizar la mezcla.
  - Plantas de grava cemento: para la producción de una mezcla semiseca de grava con cemento; este tipo de plantas realizan la dosificación y pesaje de los componentes en modo continuo.
  - Plantas combinadas: para la producción de concreto premezclado y dosificado en una misma planta, mediante la utilización de un sistema de *by-passes*, que hacen que el concreto pase por la mezcladora o

directamente se descargue en el camión mezclador.

La diferencia entre las plantas dosificadoras y las plantas premezcladoras, es básicamente que mientras que en la dosificadora el trabajo de mezcla lo realiza el camión mezclador, la planta de premezclado posee un dispositivo de mezcla al final del proceso, el cual homogeniza la mezcla descargándola lista al camión.

- Según la movilidad de la planta
  - Plantas fijas: son las instalaciones destinadas a un centro productivo con una localización fija. La estructura de la planta se diseña e instala con la idea de no ser trasladada a lo largo de la vida útil de la instalación.
  - Plantas móviles: son las instalaciones destinadas a trabajar en una obra o proyecto concreto. Tras su finalización, la planta es desmontada, trasladada y ensamblada en otro lugar de trabajo. La estructura de la planta suele incorporar un tren de rodadura, de manera que se facilite realizar el transporte de sus principales partes.
  - Plantas modulares: aquellas instalaciones destinadas a trabajar en varias localizaciones diferentes a lo largo de su vida útil; en este caso, la planta no se fabrica con sistema de rodadura, sino que se diseña en diferentes módulos estructurales, fácilmente transportables mediante medios estandarizados (plataformas, contenedores, *flat-racks*). El montaje de los diferentes módulos es rápido, ya que todos los elementos de la instalación están previamente preinstalados dentro de cada módulo.

- Según el sistema de acopio de agregados: según el lugar donde se almacenan los agregados que serán utilizados en el proceso de fabricación, hay dos tipos de plantas:
  - Plantas verticales: en este tipo de plantas, el acopio de agregados se realiza en la parte superior de la planta, de manera que debe hacerse una elevación de los mismos previa al almacenamiento; la ventaja de este sistema es que los agregados se encuentran justo por encima del nivel de mezclado/dosificado, de manera que su descarga es en el momento justo cuando su demanda es muy rápida, obteniendo de esta manera grandes producciones y buenos rendimientos sobre la capacidad máxima teórica de la mezcladora (en el caso de producción de concreto premezclado).
  - Plantas horizontales: mediante este otro tipo de planta, el acopio de agregados se realiza a nivel del suelo y no sobre el nivel de mezclado/dosificado de la planta. En el momento cuando se demanda el agregado para la producción de concreto, este se dosifica y eleva hasta la planta de concreto; La ventaja de este sistema es que el conjunto estructural de la central resulta más sencillo, al no tener que acopiar una gran cantidad de agregado sobre la estructura de la planta. Existen medios para aumentar la producción y el rendimiento mediante este sistema, como utilizar transportadores para el agregado de mayor capacidad o la incorporación de tolvas de espera sobre el nivel de amasado, que hacen un pre-stock de agregado, ya dosificado y pesado, con la cantidad justa que se utilizará en el ciclo de amasado.

Figura 3. Manejo de concreto premezclado



Fuente: *Unicon. Concreto premezclado*. [www.unicon.com.pe](http://www.unicon.com.pe). Consulta: 08 de abril de 2015.

## 2.5. Aspectos ambientales

La incorporación de criterios ambientales en la estrategia del sector productor de concreto premezclados es más que una cuestión legal, es también un requerimiento del mercado. El concreto premezclado tiene una larga vida; requiere un mínimo mantenimiento; es resistente al calor, el frío, los rayos ultravioletas o la humedad.

La reducción de los impactos ambientales en las plantas de concreto; además de ser un requerimiento legal, favorece la disminución de la huella ecológica del material y le da mayor competitividad ambiental. Muchos países

están cada vez más comprometidos por mejorar la calidad del diseño y de la construcción con concreto.

### **2.5.1. Definición**

“Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el ambiente. Aspecto ambiental significativo es el que tiene o puede tener un impacto ambiental significativo.”<sup>10</sup>

### **2.5.2. Tipos**

Un aspecto ambiental significativo es aquel que tiene o puede tener un impacto sobre el ambiente; los métodos para evaluarlos se dividen en cualitativos y cuantitativos. Su selección se relaciona con el grado de complejidad de la empresa, información disponible en el medio, impactos del proyecto durante su vida útil.

- Aspecto ambiental actual: aspecto generado por las actividades y servicios en condiciones normales y anormales de operación.
- Aspecto ambiental potencial: aspecto que se puede generar como consecuencia de las actividades y servicios en situaciones de emergencia y accidentes.
- Aspecto ambiental indirecto: aspectos que se producen como consecuencia de las actividades, productos o servicios que pueden producir impactos ambientales significativos y sobre los que la

---

<sup>10</sup>*Calidad ambiental: definiciones.* [http://www.science.oas.org/oea\\_gtz/libros/Ambiental/cap3\\_amb.htm](http://www.science.oas.org/oea_gtz/libros/Ambiental/cap3_amb.htm). Consulta: 5 de marzo de 2015.



organización no tiene pleno control de la gestión.

Figura 4. **Problemas ambientales asociados a las plantas de concreto premezclado**



Fuente: CERDA SEPÚLVEDA, Romina María. *Desarrollo de metodología para calificar el desempeño de las plantas de hormigón premezclado desde el punto de vista ambiental.* p. 14.

## 2.6. Impactos ambientales

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada; en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. “Por cada tonelada de cemento que se fabrica se emiten 0,9 toneladas de CO<sub>2</sub>, cada metro cúbico de concreto incluye poco más de un 10 % de cemento en su composición.”<sup>11</sup>

Se pueden clasificar de diferente forma de acuerdo al criterio utilizado; a continuación, se presentan los diferentes tipos de impactos:

- Impactos a corto y largo plazo: se clasifican de acuerdo a su duración, su identificación es importante porque el significado de cualquier impacto puede estar relacionado con su duración en el tiempo.
- Impactos positivos y negativos: todos los efectos ambientales significativos deben recibir atención, ya que forman la base técnica para la comparación de opciones, inclusive la de no acción.
- Impactos acumulativos: los impactos acumulativos son producto del incremento de la acción propuesta sobre algún recurso cuando se suman las acciones pasadas, razonablemente esperadas en el futuro, su evaluación es difícil debido a la naturaleza especulativa de las acciones futuras posibles.

---

<sup>11</sup> *El concreto y cemento verde.* <http://ideasparaconstruir.com/n/2881/el-concreto-y-cemento-verde.html>. Consulta: 8 de marzo de 2015.

- Impactos reversibles e irreversibles.

Se debe tener especial énfasis en los siguientes impactos que se producen en las plantas de producción de concreto premezclado:

- Emisiones a la atmósfera: en la siguiente tabla se presentan resultados sobre la generación de CO<sub>2</sub>, en actividades relacionadas con la producción de cemento y concreto en Guatemala.

Tabla II. **CO<sub>2</sub> generado por la industria de concreto en Guatemala**

<b>Medición Industria</b>	<b>Concreto GUA</b>
Producción de concreto/año	763 000 m <sup>3</sup>
Generación CO <sub>2</sub> / año	288 250 Tn
CO <sub>2</sub> proveniente cemento	244 279 Tn

Fuente: DE LEÓN QUIÑONEZ, Alan Augusto. *Reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el incremento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que este genera.* p. 65.

- Manejo de residuos sólidos y métodos de reciclaje
  - Desechos de producción (prefabricados y productos especiales).
  - Concretos devueltos desde las obras de construcción.
  - Lodos provenientes de tratamiento de residuos líquidos (de las piscinas de decantación).
- Polvos provenientes de sistemas de tratamiento de particulado

## **2.7. Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación de impactos tienen como objeto compilar las medidas técnicas, normativas y administrativas que se pondrán en práctica para mitigar, reducir o corregir los impactos negativos que se produzcan durante las fases de operación y abandono del proyecto.

- En la producción y suministro de concreto premezclado utilizar:
  - Agregados de canteras cercanas y bajo estricto control de calidad.
  - Agua de fuentes autorizadas, en circuito cerrado y con cero vertimientos.
  - Aditivos biodegradables y reductores de uso de agua.
  - Cemento optimizado por tipo de diseño.
  - Flota de preferencia con menos de 10 años de antigüedad y bajo control satelital.
- En la gestión de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente:
  - El agua y agregados empleados en la producción del concreto se obtiene de fuentes locales y se requiere de poca energía para obtenerlos.
  - El uso de aditivos de última generación que permiten optimizar los consumos de agua en los diseños de mezclas.

- Utilizar agua reciclada en el proceso de producción de concreto y agregados y en el lavado de camiones.
- Gestión del concreto producido:
  - Minimizar la polución y las emisiones contaminantes durante el manejo y entrega del concreto.
  - El uso del concreto puede ser ordenado minimizando los desperdicios en el sitio y cualquier sobrante de concreto puede ser reciclado.
  - Realizar un mantenimiento preventivo y renovar periódicamente la flota de *mixers* y bombas, minimizando el consumo de recursos naturales y la contaminación.
  - La elevada fluidez del concreto auto compactado permite optimizar los recursos de la obra, reduciendo significativamente el tiempo de colocación de concreto. No requiere el uso de vibradoras para compactarse, minimizando la producción de ruido.

Dentro de los planes de manejo de riesgos específicos, se debe considerar la implementación de programas de:

- Salud y seguridad ocupacional
- Desechos sólidos ordinarios

- Desechos sólidos tóxicos y peligrosos
- Desechos líquidos
- Gestión de riesgos

### **3. EVALUACIÓN CASO PRÁCTICO**

#### **3.1. Antecedentes**

Una planta de concreto premezclado tiene como función producir, transportar y entregar concreto premezclado a las diversas obras donde sean contratados sus servicios.

De acuerdo a los objetivos, se evaluaron cuatro plantas de concreto premezclado ubicadas en el área metropolitana del departamento de Guatemala, dan servicio a los sectores público y privado, con productos de calidad; el área de influencia del proyecto está enfocada principalmente en el departamento de Guatemala.

#### **3.2. Método aplicado**

La investigación que se realizó fue descriptiva, ya que se presentan los diferentes tipos de plantas y se describen sus características de operación y producción; se consultaron una serie de referencias e investigaciones realizadas, lo que permitió contar con el marco de referencia adecuado para planificar las actividades de campo y el análisis y tabulación de la información.

Al final se hace un análisis de los resultados obtenidos que permitan llegar a las conclusiones y recomendaciones finales de la situación actual sobre el tema de estudio.

### **3.2.1. Descripción**

Se realizó una caracterización técnica y ambiental de las actividades de las plantas evaluadas; se identificaron los aspectos ambientales considerados de mayor importancia y los principales impactos ambientales.

### **3.3. Actividades de campo**

La investigación de campo consiste en un procedimiento técnico, sistemático y analítico de la situación actual; se incluyen los métodos de investigación utilizados; se realizaron visitas a empresas y proyectos usuarios del concreto premezclado y entrevistas con el personal responsable.

Inicialmente se recopiló por diversos medios (Internet, consulta bibliográfica, entrevistas con personal vinculado), la información referente al proceso productivo de las empresas productoras de concreto, identificando de manera preliminar los impactos que posiblemente generarían las industrias, para verificarlo luego durante el trabajo de campo.

Luego, se estableció contacto con las empresas concreteras ubicadas en el Área Metropolitana del departamento de Guatemala (AMG), a fin de solicitar la autorización para realizar una visita a sus instalaciones; se permitió únicamente el ingreso a las instalaciones y entrevistas a personal operativo encargado de la planta con el compromiso de mantener total confidencialidad en la utilización de la información recibida; por tal razón, a partir de este punto, se describirán las plantas estudiadas según su ubicación geográfica, utilizando numerales para identificar cada una, como se muestra a continuación:



- Planta 1: ubicada en el barrio San Antonio, zona 6
- Planta 2: ubicada en finca El Naranjo, zona 4 de Mixco
- Planta 3: ubicada en el municipio de Villa Nueva
- Planta 4: ubicada en el municipio de Chinautla

Con base en la identificación de las acciones que se realizan en la planta de concreto premezclado de los efectos potenciales de cada una (matriz de relación causa-efecto) y del conocimiento del entorno (línea base), se realizó un listado de los componentes del medio que pueden verse afectados. Los principales aspectos e impactos ambientales relacionados con la producción de concreto premezclado se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III. **Clasificación resumida de aspectos e impactos ambientales**

<b>Entradas</b>		<b>Salidas</b>	
<b>Aspectos</b>	<b>Impactos</b>	<b>Aspectos</b>	<b>Impactos</b>
Materia prima e insumos	Consumo de recursos naturales	Emisiones	Contaminación del aire
Combustible	Consumo de recursos no renovables	Ruido	Contaminación del aire
Electricidad	Destrucción de los bosques (embalses)	Vertimientos	Contaminación del agua
Agua	Consumo de recursos naturales	Residuos	Contaminación del suelo

Fuente: LEÓN MÁRQUEZ, Ricardo. *Análisis de los aspectos ambientales de una organización*.

p. 6.

### **3.3.1. Generalidades**

Entre las diferentes fases de una investigación cualitativa se encuentra la fase de desarrollo del trabajo de campo; de acuerdo a los objetivos del estudio, se realizó un estudio con una muestra de las empresas que se dedican a la producción de concreto premezclado y entrevistas con usuarios de este material; se suelen tomar muestras cuando es difícil o costosa la observación de todos los elementos de la población estadística.

### **3.3.2. Alcance**

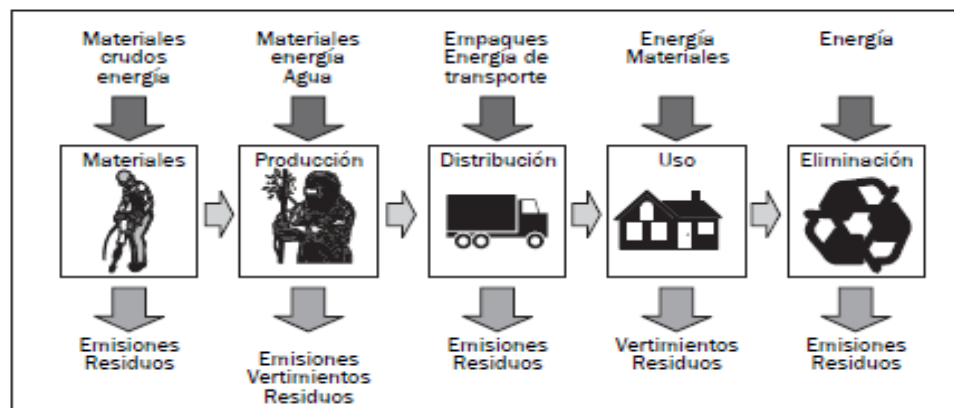
La investigación está orientada a las empresas del sector del concreto premezclado ubicadas en el área metropolitana del departamento de Guatemala; la selección se hizo arbitraria y todo dependió de si la empresa facilitaba el acceso y la información. El objetivo principal fue identificar y caracterizar los aspectos e impactos ambientales significativos que se generan en las actividades de producción de la planta.

La metodología utilizada para identificar los aspectos ambientales es determinante para garantizar que el proceso de análisis no se complique en el futuro y termine generando más confusión que claridad; por esta razón, deben delimitarse los límites de los aspectos a identificar y el nivel de detalle con que se evaluarán las actividades, productos o servicios contenidos dentro de estos límites.

Todos los productos tienen un ciclo de vida; es necesario definir la etapa en la que el concreto premezclado genera los mayores impactos al medio ambiente; esto es útil para determinar la importancia o no de evaluar los aspectos ambientales en las diferentes etapas del producto. En la siguiente figura se ilustra

el ciclo de vida de los materiales o productos de la construcción y sus impactos ambientales.

Figura 5. Impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida



Fuente: LEÓN MÁRQUEZ, Ricardo. *Análisis de los aspectos ambientales de una organización*. p. 4.

### 3.3.3. Medios utilizados

Para obtener la información fueron necesarios medios auxiliares que sirven para relacionarse con el objeto y tienen el propósito de recopilar información empírica sobre la realidad del fenómeno a estudiar; son útiles para estudiar a fondo un fenómeno en un ambiente determinado.

Para desarrollar de mejor manera el trabajo referente al análisis de aspectos ambientales de una planta de producción de concreto premezclado se elaboró un marco teórico a través de los antecedentes para desarrollar los temas que están relacionados con el análisis de aspectos ambientales. A continuación, se presenta una descripción de las principales actividades que se realizan en una planta de concreto premezclado y que fueron la base del estudio.

- Recepción y almacenamiento materias primas
  - Los agregados son almacenados en acopios, los que están separados por barreras para evitar que se mezclen agregados de distintos tamaños.
  - Cemento: se recibe en sacos y/o a granel; cuando se utilizan sacos se almacenan en un lugar bajo techo y colocados sobre *pallet* que impide el contacto directo con el suelo. El cemento a granel llega a la planta en camiones que depositan el producto en silos, mediante un sistema de bombeo; cada tipo de cemento cuenta con un silo identificado.
  - Aditivos se almacenan de diferentes formas: a granel (tanques plásticos) o en toneles; en ambos casos se encuentran identificados (tipo de y nombre del aditivo) y en condiciones adecuadas de temperatura (5° - 30 °C).
  - Agua debe cuidarse que tenga la calidad adecuada para las actividades.
  
- Manipulación materias primas
  - Los agregados son retirados desde los acopios a través de cargadores frontales; las zonas de circulación cercanas a los acopios son regadas regularmente para evitar el levantamiento de finos que pueden llegar sobre los agregados y contaminarlos.
  - Cemento: la planta cuenta con instalaciones y sistemas de manejo

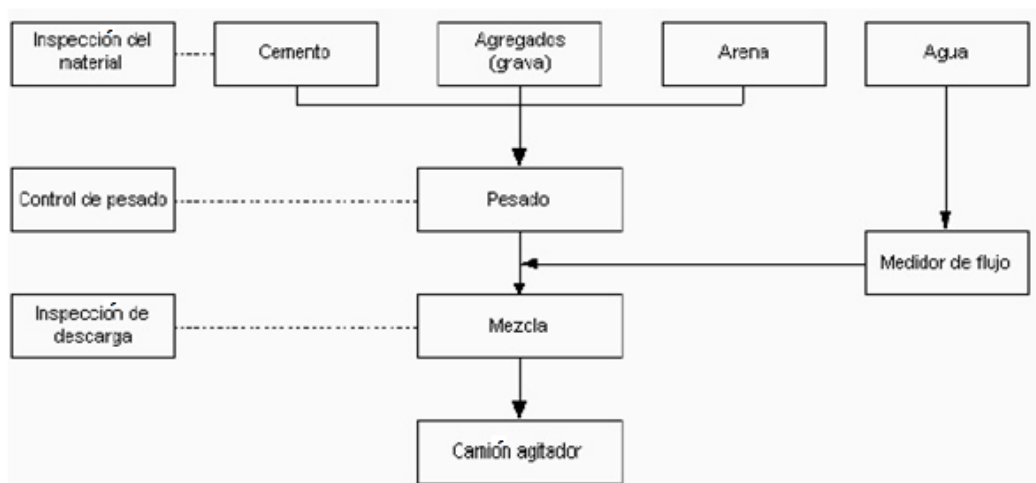
automatizado; estas deben mantenerse en buen estado para evitar fugas al momento de realizar la actividad; se debe impedir la formación de grumos en el interior los que podrían dañar o detener el sistema de pesaje de la planta. En el caso de utilizar cemento en sacos, su descarga se ejecuta directamente al camión mixer.

- Aditivos: de acuerdo a las condiciones se utilizan bombas, la medición se realiza por métodos automatizados o a través de envases graduados.
- Agua: generalmente se maneja a través de sistemas de almacenamiento y distribución con instalaciones especiales.
- Producción de concreto premezclado
  - Comercialización: la primera actividad en esta fase es cuando se requiere el concreto, especificando el tipo y cantidad; luego, se realiza una visita a la obra para verificar aspectos de ruta y acceso de los camiones.
  - Producción: para el inicio del proceso productivo, se debe realizar la programación de los despachos; se especifica la fecha del despacho, el volumen y el tipo de concreto, el horario y la frecuencia de los despachos.
  - Despacho: al inicio de cada carga de concreto se realiza la guía de despacho; cada carga se realiza con el tiempo necesario para estar en la obra a la hora establecida; en caso de que la obra se encuentre a mayor distancia, se debe considerar un rango mayor de tiempo.

- Fabricación de concreto premezclado
  
- Transporte
  - Generalmente son necesarias instalaciones adecuadas para el almacenamiento y manejo de combustibles para el manejo y transporte.
  
  - El camión agitador es ocupado en centrales amasadoras y cumplen la función de solo agitar y transportar el concreto.
  
  - El camión mixer es utilizado en centrales dosificadoras, el cual recibe la mezcla para realizar el amasado y transporte del concreto.
  
  - Descarga: la zona de descarga debe ser un terreno firme, libre de escombros y elementos cortantes; las condiciones de operación durante la descarga son el tiempo y pendiente óptima.
  
  - Limpieza de camiones y manejo de concreto retornado.
  
- Control de calidad en planta
  - Materias primas: son inspeccionadas, controladas y ensayadas periódicamente. Se cuenta con controles interno y externo, se pueden clasificar en inspección visual e inspección por ensayo.

- Equipos y maquinarias: existe programas de mantenimiento correctivo y preventivo. Se cuenta con controles interno y externo, se pueden clasificar en inspección visual e inspección por ensayo.

Figura 6. **Flujo producción de concreto premezclado**



Fuente: *Problemática y solución de la contaminación del aire por concreteras.*

<http://es.scribd.com/doc/73568878/PROBLEMATICA-Y-SOLUCION-DE-LA-CONTAMINACION-DE-AIRE-POR-CONCRETERAS#scribd>. Consulta: 16 de agosto de 2015.

En la recolección de información se utilizaron y diseñaron diferentes herramientas o técnicas; a continuación, se presenta una breve descripción de cada una.

### 3.3.3.1. Visitas

La observación es una práctica que se utiliza en los métodos cuantitativos y cualitativos. La observación pasiva (observación directa, ordinaria o no participante) permite la observación de los fenómenos desde fuera.

### **3.3.3.2. Listas de verificación**

Son métodos relativamente sencillos y económicos; son instrumentos que indican la presencia o no de un aspecto, rango o conducta o situación a ser observada; es conveniente que se relacione con un objetivo específico. De acuerdo a los objetivos de la actividad, las listas de verificación incluyen los siguientes aspectos:

- Información general
- Información de instalaciones
- Información del manejo de desechos sólidos
- Información del manejo de agua
- Información de emisiones
- Información de ruido
- Información del manejo de combustibles, productos químicos

### **3.3.3.3. Entrevistas**

Es una técnica de interrogatorio que se caracteriza por su aplicación interpersonal o 'cara a cara'; se utiliza con el fin de obtener información en forma amplia y detallada; la herramienta se divide en tres fases: introducción, indicaciones y preguntas; los cuestionarios proporcionan una alternativa muy útil para la entrevista.



La mayoría de las entrevistas se realizaron en empresas de producción de concreto premezclado o durante las visitas a los diferentes proyectos ubicados en el AMG, tratando de no interrumpir las actividades del personal. En el estudio se utilizaron entrevistas del tipo libre y semiestructurada; se denomina estructurada cuando se prepara previamente una guía de preguntas con un orden definido.

#### **3.3.3.4. Cuestionarios**

La encuesta es una técnica de interrogatorio que emplea el cuestionario como instrumento; el cuestionario se caracteriza por ser estructurado y presentarse por escrito. De acuerdo a los objetivos del estudio, la muestra considerada fue elegida al azar con base en la investigación preliminar realizada sobre el tema, con las siguientes características:

- No probabilística: la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino con causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra.
- Cualitativa: es la unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre la cual se recolectan los datos sin que necesariamente sea representativo.

Una vez se identificaron los aspectos relevantes y los principales impactos ambientales; se elaboró el cuestionario utilizado que fue aplicado en las plantas de las empresas que colaboraron en el estudio. El cuestionario utilizado incluía preguntas de tres tipos: cerradas, abiertas y de opción múltiple para reducir el tiempo requerido al encuestado y facilitar su análisis.

De acuerdo a los objetivos del estudio, el cuestionario se dividió en las siguientes secciones:

- Datos del encuestado
  
- Datos de la empresa
  - Generales
  
  - Instalaciones
  
  - Producción
  
- Información sobre gestión ambiental
  - Empresa
  
  - Manejo de desechos sólidos
  
  - Manejo de agua residual
  
  - Información de emisiones
  
  - Manejo de combustible, productos químicos

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. Generalidades**

El concreto es un producto de uso industrial para la construcción, al cual se le pueden dar diferentes tonalidades y formas según sean las necesidades del cliente, en la actualidad hay toda una gama de concretos los cuales según sus diseños prestan servicios con diferentes variables.

El auge de la construcción y la implantación de procesos industriales han impulsado la instalación de plantas de producción de concreto premezclado que abastezcan el mercado nacional. La reducción de los impactos ambientales en las plantas de concreto premezclado favorece la disminución de la huella ecológica del material y le da mayor competitividad ambiental.

El punto de partida es la identificación de aspectos ambientales y la evaluación del impacto ambiental con el propósito de analizar y evaluar los efectos y modificaciones que puede llegar a tener una planta de concreto premezclado. El propósito de este análisis es aportar una visión general de los impactos de la industria del concreto premezclado en el medio ambiente y dar conocimiento de la relación que tiene dicha industria y el desarrollo sostenible.

La industria en mención incluye varias fuentes de contaminación que se pueden enmarcar en los distintos aspectos e impactos ambientales propios del sector económico y que modifican el componente abiótico de los ecosistemas; es decir, el suelo, el aire y el agua; también, debe considerarse el componente biótico como se describe a continuación:

Tabla IV. **Acciones en la planta de concreto potencialmente impactantes (relación causa-efecto)**

<b>Acción</b>	<b>Componente físico</b>	<b>Componente biótico</b>	<b>Componente socio ambiental</b>
Movilización de materiales y de personal. Utilización de maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento niveles de ruido.</li> <li>• Aumento de emisión de gases y material particulado.</li> <li>• Cambio en el uso y aptitud del suelo.</li> </ul>	Migraciones de avifauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la vía interna.</li> <li>• Aumento de riesgos de accidentes.</li> <li>• Generación de expectativas de empleo entre la población del área de influencia.</li> <li>• Afectación eventual de la salud humana.</li> </ul>
Arrastre de material escorrentía de aguas y de lluvias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación de las escorrentías y corrientes superficiales de agua por aporte de sólidos.</li> </ul>	Afectación de la biota acuática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación de las actividades productivas en las que se usa el agua para abrevaderos y de regadío de pastizales.</li> </ul>
Contratación de personal.			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de ingresos familiares.</li> <li>• Mejoramiento en la calidad de vida.</li> <li>• Generación de conflictos laborales.</li> </ul>
Remoción del suelo, cobertura vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación de la estabilidad estructural del suelo.</li> <li>• Cambio en el drenaje interno y externo y en el régimen de humedad del suelo.</li> </ul>	Fomento de procesos de sucesión vegetal en taludes.	
Replanteo vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilización de taludes.</li> <li>• Control de procesos erosivos.</li> <li>• Mejoramiento del paisaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probable aumento de la población faunística.</li> <li>• Fomento de la regeneración vegetal.</li> </ul>	
Limpieza y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de procesos de socavación.</li> <li>• Control y manejo de procesos erosivos.</li> <li>• Control a la sedimentación de cauces.</li> <li>• Control de la calidad del agua.</li> <li>• Recuperación del paisaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control a la recuperación de la cobertura vegetal en taludes.</li> <li>• Mantenimiento de hábitat estable para biota acuática.</li> </ul>	
Mantenimiento operativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desestabilización de taludes.</li> <li>• Alteración de la estabilidad del suelo por compactación.</li> <li>• Cambio en el drenaje interno y en el régimen de humedad del suelo.</li> <li>• Cambio en la calidad del agua por afectación de las características físicas (sedimentos).</li> <li>• Aumento de niveles de ruido.</li> <li>• Aumento de gases, material particulado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación de la avifauna de áreas aledañas.</li> <li>• Afectación de biota acuática por deterioro del hábitat y alteración de la calidad del agua.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Tabulación y análisis información**

El análisis y la tabulación fueron de las tareas más importantes dentro del estudio; se utilizaron diferentes herramientas y se elaboró una base de datos en hoja electrónica de Excel.

Se incluyen los resultados de las visitas, las listas de verificación y los cuestionarios utilizados; en algunos casos, las empresas no dieron respuesta a todas las preguntas.

- **Visitas:** se realizaron visitas a plantas de concreto, empresa y proyectos de construcción ubicados en el departamento de Guatemala; se contó con el apoyo de personal de cada una.
- **Listas de verificación:** fueron útiles durante las visitas, se realizaron de manera ordenada con base en lo establecido.
- **Cuestionarios:** facilitaron una visión general actual y un bosquejo de los problemas que afectan a las plantas; los resultados se tabularon en una base de datos para facilitar su manejo.

Con base en los resultados y el análisis realizado, se identificaron los siguientes aspectos:

- **Información general**
  - En la mayoría de las visitas, la persona que atendió fue el responsable de la planta.

Tabla V. **Resumen del tipo de personal, planta de concreto**

<b>Área planta</b>	<b>Comentario</b>
Oficinas administrativas	Solo una planta incluye el área administrativa en sus instalaciones.
Control de calidad	Todas las plantas cuentan con personal para esta actividad.
Manejo de materia prima	
Manejo de planta dosificadora	
Manejo y transporte de concreto	
Seguridad	
Mantenimiento	Solo una planta incluye el área de mantenimiento en sus instalaciones. El resto contrata una empresa externa para esta actividad.

Fuente: elaboración propia.

- Información sobre instalaciones
  - Los encuestados refieren que existen planos de las instalaciones; sin embargo, no cuentan con una copia en la planta.
  - El tamaño de las plantas es variable, dependiendo de si es la planta central o de otro tipo. Ninguna comparte sus instalaciones con otra empresa.

Tabla VI. **Información del tamaño de las plantas (m<sup>2</sup>)**

<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Área instalaciones planta (m<sup>2</sup>)</b>	3 800,0	7 000,0	2 000,0	5 590,0

Fuente: elaboración propia.

- Todas las plantas evaluadas cuentan con sistemas automáticos para la dosificación y carga de los materiales (manual y automático, fácil operación); el personal conoce y monitorea las situaciones de funcionamiento de la planta de mezclado en la sala de control.

Figura 7. **Instalaciones de la planta de producción 1**



Área de bodega y almacén

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Instalaciones de la planta de producción 2**



Área de jardines y áreas verdes

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Instalaciones de la planta de producción 3**



Área de manejo de desechos sólidos

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Instalaciones de la planta de producción 4**



Circulación interior de vehículos

Fuente: elaboración propia.



Figura 11. **Manejo de agregados de la planta de producción 1**



Área manejo de agregados

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Manejo de agregados de la planta de producción 2**



Clasificación de agregados de acuerdo a su tipo y tamaño

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Manejo de agregados de la planta de producción 3**



Área de manejo de agregados

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Manejo de agregados de la planta de producción 4**



Área de manejo de agregados

Fuente: elaboración propia.

- Información sobre manejo de desechos sólidos
  - En general, los residuos sólidos generados se pueden clasificar como inertes, por lo tanto, de bajo riesgo.
  - En todas las plantas manejan desechos de concreto devuelto y residual, en cantidades que varían de acuerdo a la producción de cada empresa; su manejo se realiza en diferentes áreas de la planta según cada caso.

Tabla VII. **Información consumo mensual de agregados**

<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Volumen de agregados</b>	15 000,0 (T/mes)	14 000,0 (T/mes)	No proporcionó información	2 400,0 (m <sup>3</sup> /mes)

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Información consumo mensual de cemento**

<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Consumo de cemento (toneladas/mes)</b>	4 000,0 (T/mes)	3 250,0 (T/mes)	No proporcionó información	1240,0 (m <sup>3</sup> /mes)

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Información volumen de producción mensual (m<sup>3</sup>/mes)**

<b>Información volumen de producción (m<sup>3</sup>/mes)</b>				
<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Volumen de producción (m<sup>3</sup>/mes)</b>	11 000,0	9 000,0	500,0	4 000,0

Fuente: elaboración propia.

- El concreto devuelto tiene diferente manejo en cada planta; se identificaron las siguientes técnicas:
  - Reciclamiento de agregados por separación mecánica de los agregados del lodo de agua/concreto.
  - Aplicación para recuperación de terreno; se disponen los residuos descargados del camión en las áreas de interés.
  - Elaboración de productos prefabricados por personal de la empresa: paneles, topes para parqueos, entre otros.
  - Elaboración de productos prefabricados por personal de la empresa o de la municipalidad (cajas sanitarias, baldosas, otros), según convenio.

Figura 15. **Equipo reciclamiento de agregados en planta 1**



Equipo de reciclamiento de concreto residual en camiones y agua de lavado

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Equipo reciclamiento de agregados en planta 2**



Equipo de reciclamiento de concreto residual en camiones y agua de lavado

Fuente: elaboración propia.

Es necesario aclarar que únicamente las plantas 1 y 2 cuentan con equipo de reciclamiento de concreto devuelto.

Tabla X. **Información de recuperación de agregados en la recicladora (m3/año)**

<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Recuperación de agregados (m3/año)</b>	2 165,0	1 656,0	No reciclan	No reciclan

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Elaboración de productos prefabricados en conjunto con la municipalidad**



Apilamiento de planchas de concreto recuperado, previamente desencofradas.

Fuente: elaboración propia.

- El concreto residual tiene diferente manejo en cada planta, se identificaron las siguientes técnicas:
  - Aplicación para recuperación de terreno; producto del lavado interno de la tolva del camión después de cada viaje, los sólidos son cargados y llevados a las áreas de interés.
  - La lechada (lodo de agua y cemento) puede ser también parcialmente reaprovechada, de acuerdo al nivel tecnológico disponible en cada planta.

**Tabla XI. Información de aprovechamiento y elaboración de productos de concreto residual devuelto diariamente, por convenio con municipalidades**

<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Número de unidades/día (producto elaborado)</b>	56 (planchas/baldosas)	56 (planchas/baldosas)	No tiene convenio con la municipalidad	No tiene convenio con la municipalidad

Fuente: elaboración propia.

- En las plantas objeto de estudio se puede observar que la cantidad de desechos comunes que se genera es poca; pero tiende a aumentar cuando se cuenta con oficinas administrativas, área de comedor y cocina en las instalaciones. De acuerdo a lo establecido, se realizan las siguientes actividades:

- Clasificación y reutilización de acuerdo al tipo de desecho.
- Servicio de extracción y disposición de desechos comunes por empresa externa.
- Servicio de extracción y disposición de desechos especiales por empresa externa.
- Capacitación al personal para minimizar la generación de desechos, generar la cultura de la clasificación y reutilización.

Figura 18. **Disposición de concreto devuelto o residual en planta 1**



Manejo de planchas o baldosas, concreto residual

Fuente: elaboración propia.



Figura 19. **Disposición de concreto devuelto o residual en planta 2**



Preparación de moldes para la elaboración de planchas o baldosas, concreto residual

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Disposición final de concreto residual en planta 3**



Manejo de concreto residual o devuelto, acumulacion de ripio en planta

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Disposición final de concreto devuelto en planta 4**



Manejo de lechadas de lavado camiones (concreto residual)

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Manejo de desechos sólidos comunes en planta 1**



Clasificación de desechos sólidos generados

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Manejo de desechos sólidos comunes en planta 2**



Transporte y disposición de desechos sólidos

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Manejo desechos sólidos comunes en planta 3**



Manejo de desechos sólidos especiales

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Manejo desechos sólidos comunes en planta 4**



Área de comedor para empleados (dispone de basureros)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Información del proceso de calidad de cilindros de concreto (diario)**

<b>Planta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Número de cilindros/día</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>20</b>

Fuente: elaboración propia.

- Es necesario el manejo adecuado de los lodos obtenidos en las piscinas de decantación, correspondientes al material suspendido en el agua y que se deposita en el fondo por efecto de la gravedad. Estos lodos pueden disponerse en vertederos o emplearse en la fabricación de elementos no estructurales.

Figura 26. **Instalaciones para el manejo de concreto residual, planta 1**



Piletas de sedimentación (área de lavado de concreto devuelto)

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Instalaciones para el manejo de concreto residual, planta 2**



Piletas de sedimentación (área de lavado de concreto devuelto)

Fuente: elaboración propia.



Figura 28. **Instalaciones para el manejo de concreto residual, planta 3**



Piletas de sedimentación (área de lavado de concreto devuelto)

Fuente: elaboración propia.

- En las fotografías anteriores se puede observar que únicamente las plantas 1, 2 y 3 cuentan con piletas de sedimentación para el manejo de concreto residual.
- Información sobre el manejo de agua
  - Las plantas estudiadas se abastecen de agua mediante un proveedor externo. El agua se utiliza principalmente para el consumo y la limpieza de los camiones y el equipo en la planta o en la calle.

Tabla XIII. **Información del consumo de agua (m<sup>3</sup>/mes)**

Planta	1	2	3	4
Consumo (m <sup>3</sup> /mes)	2 800,0	2 300,0	No proporcionó información	1 380,0

Fuente: elaboración propia.

- De acuerdo a lo observado la ubicación de las plantas evaluadas no es un área crítica; ninguna cuenta con instalaciones para la recuperación del agua pluvial.
- En todas las plantas se han realizado acciones para prevenir la contaminación del agua por derrames; se identificaron las siguientes:
  - Manejo especial de productos peligrosos
  - Construcción de rejas, canales, sumideros, entre otros
- De acuerdo a lo observado, en todas las plantas existe algún tipo de instalación para el tratamiento de aguas residuales.

Figura 29. **Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 1**



Instalaciones para el manejo de agua recuperada de piletas de sedimentación

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 2**



Tanque de almacenamiento subterráneo para agua

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 3**



Instalaciones para el manejo de agua

Fuente: elaboración propia.



Figura 32. **Instalaciones para el manejo de agua en producción de concreto premezclado, planta 4**



Instalaciones para el manejo de agua

Fuente: elaboración propia.

- Información sobre emisiones
  - Durante las visitas se observaron emisiones de polvo, principalmente, durante el manejo de los agregados; para prevenir esta situación, se utiliza el riego frecuente de los agregados, uso de filtros de diferentes tipos.
  - Existen varias fuentes de emisión fugitiva por naturaleza, como la que se produce por el levantamiento de polvo por la acción del viento o el movimiento de las máquinas.
  - En todas las plantas, el manejo del cemento es por medio automático, uso de filtros de diferentes tipos para prevenir la emisión de partículas.

- En los dos últimos años, tres plantas refieren quejas de los vecinos; se llegó a acuerdos y se implementaron medidas de mitigación.

Tabla XIV. **Información sobre quejas de vecinos**

Planta	1	2	3	4
<b>Tipo de queja/solución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emisión de polvo.</li> <li>▪ Se concilió con vecinos, se realizaron monitoreos, se implementaron medidas de mitigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emisión de polvo.</li> <li>▪ Se concilió con vecinos, se realizaron monitoreos, implementaron medidas de mitigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niveles de ruido.</li> <li>▪ Se concilió con vecinos, se realizaron monitoreos, se implementaron medidas de mitigación.</li> </ul>	No se tienen quejas

Fuente: elaboración propia.

- Según información obtenida por medio de la lista de verificación (apéndice 1), en las plantas estudiadas existen programas de mantenimiento preventivo y correctivo para sus equipos y vehículos.
- Realizar monitoreo al material particulado, son aquellas sustancias suspendidas en el aire y pueden tener un tamaño de entre  $10^{-2}$  y  $10^2\mu\text{m}$ ; de ahí su nombre, partículas menores de 2,5 (PM<sub>2.5</sub>), partículas menores de 10 (PM<sub>10</sub>) y partículas menores de 1,0 (PM<sub>1.0</sub>).
- **Reporte de resultados de medición puntual de partículas**
  - Lugar de medición: planta barrio San Antonio zona 6.
  - Fecha y horario de medición: 27 de febrero de 2015; de 9:30 A 11:00 horas.

- Tipo de tarea que se realiza: producción y despacho de concreto.
- Tabla XV: determinación del límite mínimo de exposición a partículas respirables (valores de ACGIH del método NIOSH). Límite máximo permisible: CPT (concentración en 8 horas de exposición diaria) < 10 mg/m<sup>3</sup> para partículas totales y partículas respirables <3 mg/m<sup>3</sup>.
- Método utilizado: método continuo, contador laser.
- El equipo utilizado: Dust Track DRX – 8534 TSI. Por medio de dispersión de luz, identifica diferentes tipos de tamaños de partículas en suspensión.

Tabla XV. **Resultados de mediciones puntuales de partículas en suspensión, planta 1**

AREA	PM 1.0	PM 2.5	RESP.	PM 10	P. TOTALES
Patio de agregados	2.020 mg/m <sup>3</sup>	2.170 mg/m <sup>3</sup>	2.370 mg/m <sup>3</sup>	4.040 mg/m <sup>3</sup>	10.400 mg/m <sup>3</sup>
Recicladora (camión mezclador)	1.010 mg/m <sup>3</sup>	1.070 mg/m <sup>3</sup>	1.080 mg/m <sup>3</sup>	1.140 mg/m <sup>3</sup>	1.540 mg/m <sup>3</sup>
Stacker (entre las fajas)	0.294 mg/m <sup>3</sup>	0.310 mg/m <sup>3</sup>	0.345 mg/m <sup>3</sup>	0.733 mg/m <sup>3</sup>	2.180 mg/m <sup>3</sup>
Almacén de planchas (municipalidad)	1.180 mg/m <sup>3</sup>	1.300 mg/m <sup>3</sup>	1.470 mg/m <sup>3</sup>	2.700 mg/m <sup>3</sup>	6.270 mg/m <sup>3</sup>
Generador de planta	0.192 mg/m <sup>3</sup>	0.195 mg/m <sup>3</sup>	0.199 mg/m <sup>3</sup>	0.221 mg/m <sup>3</sup>	0.406 mg/m <sup>3</sup>
Área de aditivos	0.336 mg/m <sup>3</sup>	0.338 mg/m <sup>3</sup>	0.345 mg/m <sup>3</sup>	0.371 mg/m <sup>3</sup>	0.620 mg/m <sup>3</sup>
Debajo de tolva de agregados	0.822 mg/m <sup>3</sup>	0.831 mg/m <sup>3</sup>	0.842 mg/m <sup>3</sup>	0.992 mg/m <sup>3</sup>	1.810 mg/m <sup>3</sup>
Afuera del cargadero	0.339 mg/m <sup>3</sup>	0.342 mg/m <sup>3</sup>	0.344 mg/m <sup>3</sup>	0.562 mg/m <sup>3</sup>	1.090 mg/m <sup>3</sup>
Caminamiento / área de llantas	0.079 mg/m <sup>3</sup>	0.080 mg/m <sup>3</sup>	0.081 mg/m <sup>3</sup>	0.091 mg/m <sup>3</sup>	0.159 mg/m <sup>3</sup>
Lockers	0.143 mg/m <sup>3</sup>	0.147 mg/m <sup>3</sup>	0.155 mg/m <sup>3</sup>	0.199 mg/m <sup>3</sup>	0.451 mg/m <sup>3</sup>
Adentro del cargadero	29.600 mg/m <sup>3</sup>	30.400 mg/m <sup>3</sup>	32.100 mg/m <sup>3</sup>	48.200 mg/m <sup>3</sup>	144.000 mg/m <sup>3</sup>
Comedor	0.359 mg/m <sup>3</sup>	0.369 mg/m <sup>3</sup>	0.378 mg/m <sup>3</sup>	0.465 mg/m <sup>3</sup>	1.120 mg/m <sup>3</sup>
Parque vehicular	0.224 mg/m <sup>3</sup>	0.226 mg/m <sup>3</sup>	0.229 mg/m <sup>3</sup>	0.236 mg/m <sup>3</sup>	0.546 mg/m <sup>3</sup>
Parqueo de camiones	0.546 mg/m <sup>3</sup>	0.549 mg/m <sup>3</sup>	0.554 mg/m <sup>3</sup>	0.585 mg/m <sup>3</sup>	0.648 mg/m <sup>3</sup>
Área de muestreo	0.228 mg/m <sup>3</sup>	0.238 mg/m <sup>3</sup>	0.253 mg/m <sup>3</sup>	0.365 mg/m <sup>3</sup>	1.550 mg/m <sup>3</sup>
Garita de entrada a planta	0.290 mg/m <sup>3</sup>	0.297 mg/m <sup>3</sup>	0.307 mg/m <sup>3</sup>	0.406 mg/m <sup>3</sup>	0.990 mg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Lugar de medición: planta El Naranjo zona 4 de Mixco.
- Fecha y horario de medición: 27 de febrero de 2015; de 11:30 A 13:00 horas.
- Tipo de tarea que se realiza: producción y despacho de concreto.
- Tabla XVI: determinación del límite mínimo de exposición a partículas respirables (valores de ACGIH del método NIOSH). Límite máximo permisible: CPT (concentración en 8 horas de exposición diaria) < 10 mg/m<sup>3</sup> para partículas totales y partículas respirables <3 mg/m<sup>3</sup>.

**Tabla XVI. Resultados de mediciones puntuales de partículas en suspensión, planta 2**

Área	PM 1.0	PM 2.5	RESP.	PM 10	P. TOTALES
Parqueo vehicular (adentro)	0.810 mg/m <sup>3</sup>	0.814 mg/m <sup>3</sup>	0.819 mg/m <sup>3</sup>	0.846 mg/m <sup>3</sup>	2.300 mg/m <sup>3</sup>
Almacén de planchas de municipalidad	11.600 mg/m <sup>3</sup>	11.900 mg/m <sup>3</sup>	12.500 mg/m <sup>3</sup>	19.800 mg/m <sup>3</sup>	47.700 mg/m <sup>3</sup>
Área de descarga de cemento (pipas)	0.968 mg/m <sup>3</sup>	1.010 mg/m <sup>3</sup>	1.060 mg/m <sup>3</sup>	1.690 mg/m <sup>3</sup>	3.370 mg/m <sup>3</sup>
Área de aditivos	0.647 mg/m <sup>3</sup>	0.685 mg/m <sup>3</sup>	0.747 mg/m <sup>3</sup>	1.200 mg/m <sup>3</sup>	3.480 mg/m <sup>3</sup>
Generador de planta	0.179 mg/m <sup>3</sup>	0.181 mg/m <sup>3</sup>	0.183 mg/m <sup>3</sup>	0.217 mg/m <sup>3</sup>	0.334 mg/m <sup>3</sup>
Afuera del cargadero	0.983 mg/m <sup>3</sup>	1.010 mg/m <sup>3</sup>	1.050 mg/m <sup>3</sup>	1.320 mg/m <sup>3</sup>	2.950 mg/m <sup>3</sup>
Área de laboratorio	0.126 mg/m <sup>3</sup>	0.128 mg/m <sup>3</sup>	0.131 mg/m <sup>3</sup>	0.147 mg/m <sup>3</sup>	0.396 mg/m <sup>3</sup>
Recicladora (camión mezclador)	0.296 mg/m <sup>3</sup>	0.313 mg/m <sup>3</sup>	0.316 mg/m <sup>3</sup>	0.346 mg/m <sup>3</sup>	0.662 mg/m <sup>3</sup>
Adentro del cargadero	2.080 mg/m <sup>3</sup>	2.190 mg/m <sup>3</sup>	2.360 mg/m <sup>3</sup>	3.900 mg/m <sup>3</sup>	9.260 mg/m <sup>3</sup>
Stacker	0.833 mg/m <sup>3</sup>	0.916 mg/m <sup>3</sup>	1.010 mg/m <sup>3</sup>	1.540 mg/m <sup>3</sup>	2.760 mg/m <sup>3</sup>
Parqueo de camiones (entrada)	0.166 mg/m <sup>3</sup>	0.168 mg/m <sup>3</sup>	0.170 mg/m <sup>3</sup>	0.185 mg/m <sup>3</sup>	0.455 mg/m <sup>3</sup>
Patio de agregados (góndola de arena)	0.325 mg/m <sup>3</sup>	0.340 mg/m <sup>3</sup>	0.359 mg/m <sup>3</sup>	0.519 mg/m <sup>3</sup>	1.380 mg/m <sup>3</sup>
Caminamiento de oficinas	0.296 mg/m <sup>3</sup>	0.307 mg/m <sup>3</sup>	0.322 mg/m <sup>3</sup>	0.367 mg/m <sup>3</sup>	1.010 mg/m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Método utilizado: método continuo, contador laser.
- El equipo utilizado: Dust Track DRX – 8534 TSI. Por medio de dispersión de luz, identifica diferentes tipos de tamaños de partículas en suspensión.
- Ajustes de campo: se calibra en equipo en cero
- Información sobre ruido
  - El nivel de ruido puede variar de acuerdo al área donde se genere; se realizan mediciones cuando es necesario. Existen procedimientos para realizar el monitoreo, generalmente se toman datos de límites de exposición equivalente LEQ y se comparan con los límites máximos permisibles Lmax.

Para reducir o mitigar esta condición se utilizan varias alternativas entre las que se incluyen:

- Uso de equipo de protección personal obligatorio de acuerdo al área donde se ubica el personal.
- Uso de paneles especiales en las áreas de interés.
- Uso de barreras naturales.
- Mejoras en el equipo de la planta.
- Realizar monitoreo.

- El nivel sonoro continuo equivalente,  $Leq,T$ , se define como la media energética del nivel de ruido promediado en el intervalo de tiempo de medida. Puede considerarse como el nivel de un sonido, constante en todo el período de medida  $T$ , que tuviese la misma energía acústica que el sonido que se está valorando.
- Nivel de pico  $L_{Max}$ : el nivel de pico es el máximo nivel de presión acústica al que el trabajador se encuentra sometido a lo largo de su jornada. Es muy importante destacar que no se trata de un valor ponderado 'A', sino que hay que realizar la medición sin ningún tipo de ponderación frecuencial.
- Los niveles de exposición diaria permitida (jornada laboral de 8 horas).
  - Menor o igual a 85 dB: se puede trabajar sin protección hasta 8 horas diarias o 48 horas semanales (jornada legal), sin riesgo de lesión.
  - De 85 a 105 dB: se puede trabajar hasta 8 horas diarias y 48 semanales, pero con protección auditiva.
  - Arriba de 105 dB: se debe considerar trabajar siempre con protección auditiva. No importa el tiempo que esté expuesto.
  - Más de 135 dB: no se permite trabajar (ni aún con protección).
- Reporte de resultados de medición puntual de niveles de ruido
  - Lugar de medición: planta 1, barrio San Antonio, zona 6.

- Instrumentación utilizada: sonómetro marca Quest, modelo Soundpro SE/DL con red de ponderación A con cronómetro incorporado. A una altura del micrófono de  $1,45 \pm 0,10$  m en relación al plano de sustentación del trabajador.
- Calibración: al inicio y al final del estudio completo se calibra el sonómetro con el verificador de calibración QC-10 a un nivel de presión sonora de 114 db para 1 000 Hz.
- Fecha y hora: 19 de febrero de 2015; de 12.30 a 15:00 horas.

Tabla XVII. **Resultados de medición de ruido en planta 1**

<b>Resultado de medición de ruido (semestrales)</b>			
<b>No.</b>	<b>Área de medición</b>	<b>LEQ (dBA)</b>	<b>Lmax (dBA)</b>
1	Recicladora	84,4	97,8
2	Patio de agregados (cargador frontal apilando agregados)	79,3	93,3
3	Stacker (cargador frontal abasteciendo tolvas)	82,6	96,4
4	Almacén de planchas de la muni	82,9	98,4
5	Generador de planta	93,1	100,0
6	Blower	100,4	101,6
7	Cargadero (adentro)	92,6	107,0
8	Cargadero (afuera)	86,7	92,7
9	Torre de chequeo de camiones	82,7	96,7
10	Parqueo vehicular	78,3	98,1
11	Comedor	71,3	88,2
12	Oficina de despacho	73,9	94,0
13	Garita de entrada	77,0	96,5
	<b>Estudios alterados</b>	4	

Fuente: elaboración propia.

- Lugar de medición: planta 2, El Naranjo, zona 4.
- Instrumentación utilizada: sonómetro marca Quest, modelo Soundpro SE/DL con red de ponderación A con cronómetro

incorporado. A una altura del micrófono de  $1,5 \pm 0,10$  m en relación al plano de sustentación del trabajador.

- Calibración: Al inicio y al final del estudio completo se calibra el sonómetro con el verificador de calibración QC-10 a un nivel de presión sonora de 114 db para 1 000 Hz.
- Fecha y hora: 19 de febrero de 2015; de 9.30 a 12:00 horas

Tabla XVIII. **Resultados de medición de ruido en planta 2**

<b>Resultado de medición de ruido (semestral)</b>			
<b>No.</b>	<b>Área de medición</b>	<b>LEQ (dBA)</b>	<b>Lmax (dBA)</b>
1	Parqueo (adentro)	84,9	94,2
2	Patio de ripio	79,5	96,4
3	Blower (descarga de cemento)	100,3	102,0
4	Generador de planta	97,7	99,7
5	Oficinas	83,8	111,3
6	Caminamiento fuera de oficinas	88,6	99,0
7	Cargadero	97,8	105,8
8	Fuera del cargadero	95,0	100,7
9	Stacker	94,5	107,7
10	Tolva	90,0	102,0
11	Área de compresor	95,2	107,8
12	Patio de agregados	85,3	98,3
13	Parqueo 1 (afuera)	76,9	84,6
14	Caseta de laboratorio	86,7	93,0
15	Área de muestreo	93,3	99,8
16	Recicladora (lavado de cumbos)	89,8	101,9
17	Control central (despacho)	78,0	104,4
	<b>Total, estudios</b>	17	

Fuente: elaboración propia.

- Información sobre el manejo de combustibles, productos químicos
  - En todas las plantas se almacenan combustibles y productos químicos; en cada caso se encuentran diferentes condiciones de



instalaciones, señalización y ubicación.

- El equipo de prevención en caso de accidentes se limita al uso de extinguidores.
- El personal recibe capacitación en esta área de acuerdo a la programación de cada empresa.

**Tabla XIX. Consumo de combustible de flota de camiones por cada planta, 2015**

Mes / Planta	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	14 230,98	15139,79	16047,24	13433,40	15361,24	16307,48	16593,20	15110,55
2	6991,33	6743,91	8764,84	6296,1	7203,47	7035,85	7035,48	6210,16
3	No proporcionaron información							
4	No proporcionaron información							

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XX. Consumo mensual combustible por cada planta, en generadores y cargadores frontales, 2015**

planta	Consumo
1	1 020,0
2	1 117,0
3	No proporcionaron información
4	No proporcionaron información

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Gráficas y tablas

A continuación, se presentan las gráficas y tablas necesarias para el análisis de resultados.

De acuerdo con la situación, en cada caso se identificaron los componentes ambientales susceptibles de ser afectados.

Tabla XXI. **Componentes ambientales susceptibles de ser afectados**

<b>Elementos y componentes del ambiente</b>		<b>Aspectos ambientales</b>
Componente físico	Estabilidad geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidad de laderas y taludes</li> </ul>
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspectos cromáticos</li> <li>• Objetos extraños</li> </ul>
	Recurso suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capa vegetal productiva</li> </ul>
	Recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones naturales del cauce</li> <li>• Acumulación de sedimentos en lechos</li> <li>• Características físicas del agua</li> <li>• Características químicas y biológicas</li> </ul>
	Calidad atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido</li> <li>• Material particulado</li> <li>• Gases</li> </ul>
Componente biótico		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fauna</li> <li>• Biota acuática</li> </ul>
Componente socioeconómico	Procesos demográficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica de población</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de la población</li> </ul>
	Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios públicos</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios sociales</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios de comunicación</li> <li>• Oferta mano de obra</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Clasificación de actividades del proceso según impacto**

<b>Actividad</b>	<b>Tipo de contaminación</b>
<b>Transporte interno</b>	
Agregados	Atmosférica: polvo, gases Acústica: ruido
Cemento	
Aditivos	Atmosférica: polvo, gases
<b>Procesos internos</b>	
Manejo agregado	Atmosférica: polvo, gases Acústica: ruido
Manejo cemento	
Movimiento de vehículos y equipos	
Salidas de camiones	
Lavado camiones regreso	Desechos líquidos y sólidos
Mantenimiento equipos y vehículos	Desechos químicos
Almacenamiento de productos y aditivos	
<b>Manejo de imprevistos</b>	
Fallas de camiones	Atmosférica: polvo, gases Acústica: ruido
Imposibilidad de entrega	
No encuentra lugar de entrega	Desechos líquidos y sólidos
Otros	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Matriz de aspectos e impactos ambientales, planta de concreto**

Impactos	Contaminación del aire			Contaminación del agua		Contaminación sonora			Contaminación del suelo				
	Aire			Agua		Aire			Suelo				
Proceso / Actividad	Emisiones			Vertimientos		Ruido			Residuos de producción				
	Aspectos			Aguas residuales domésticas		vehículos			Residuos peligrosos				
	Emisiones fugaces (vientos u otros)			Agua de lavado		Bombas			Residuos comunes				
	Olores ofensivos					Mezcladoras							
	Fuentes fijas					Compresores							
	Emisiones de vehículos (polvo)					vehículos			Concreto				
	Levantamiento de polvo								Residuos peligrosos				
	Emisiones de vehículos (gases)								Residuos comunes				
	Aspectos			Actividades de limpieza y usos del personal									
Administración												X	
Recepción de arena	X							X					
Recepción de grava	X	X						X					
Recepción de cemento	X	X						X					
Recepción de aditivos	X	X						X					
Almacenamiento de arena	X							X					
Almacenamiento de grava	X							X					
Almacenamiento de cemento													
Almacenamiento de aditivos			X					X				X	
Mezclado			X						X				
Carga													
Lavado de vehículos												X	
Mantenimiento de equipo y maquinaria													X

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior, se observa que los principales problemas asociados a las plantas de concreto se pueden clasificar en cinco:

- Manejo de desechos sólidos
  - Concreto residual y devueltos
  - Desechos comunes
- Manejo de desechos líquidos: agua superficial, pluvial o residual
- Contaminación del aire: polvo y material particulado
- Contaminación acústica
- Manejo de desechos químicos

Se debe tener en cuenta que la generación de peligrosos y comunes, el manejo de combustibles, lubricantes y productos químicos no son problemas particulares de las plantas de concreto premezclado, dado que son comunes a otras empresas de producción.

La metodología aplicada para identificar los aspectos ambientales significativos en la operación de plantas de concreto premezclado cumple con sus objetivos ya que se determinaron los aspectos ambientales significativos en cada caso. Es necesario que en la operación de este tipo de industria se cuente con instrumentos de gestión ambiental con un responsable para un mejor manejo ambiental.

De acuerdo a los resultados del trabajo realizado, los aspectos ambientales significativos que se identificaron son los siguientes:

- La generación de desechos de concreto residual y devuelto es un problema que se maneja de diferente forma en cada caso.
- Algunas plantas cuentan con equipo para recuperación y reutilización de agregados del concreto residual y devuelto.
- Algunas plantas tienen convenios con las autoridades municipales para aprovechar los residuos de concreto devuelto y residual.
- La generación, manejo y disposición de los lodos de las piletas de sedimentación.
- La generación de emisiones de material particulado producto del manejo de agregados y cemento.
- El consumo de agua es alto, debe impulsarse el uso de aditivos que reduzcan la cantidad de agua utilizada en su producción.
- La ubicación de algunas plantas ha generado conflictos con los vecinos. Tienen limitaciones de circulación en la ciudad de Guatemala en horarios establecidos.
- En todas las plantas se impulsa el uso de mano de obra local que generan mejores condiciones de vida.

## CONCLUSIONES

1. El uso del concreto premezclado permite ahorrar tiempo y dinero en los proyectos donde se utiliza. Se presentan aspectos importantes sobre materiales, equipos y personal involucrados en la producción de concreto premezclado.
2. Las empresas evaluadas se ubican en el Área Metropolitana del Departamento de Guatemala; de acuerdo a lo establecido cada una tiene diferente comportamiento y desempeño ambiental.
3. En las plantas de producción de concreto premezclado estudiadas se pueden distinguir como problemas principales, los siguientes: emisiones de material particulado, ruidos, tratamiento y disposición de efluentes líquidos, manejo y disposición de desechos sólidos.
4. Las principales fuentes generadoras de residuos en las centrales analizadas son: devolución de concreto fresco no empleado en las obras, lavado interno de la tolva del camión al finalizar el día de trabajo y lavado del área de producción de la planta dosificadora.
5. El reaprovechamiento de los materiales por separación mecánica de los agregados del lodo de agua/concreto es posible pues existe un gran número de alternativas tecnológicas, la mayoría basada en el lavado del material con agua y separación por cribado.

6. La implementación de áreas verdes en las plantas de producción de concreto premezclado permite obtener notables beneficios ambientales como el atrapamiento de partículas y gases contaminantes, amortiguamiento de las ondas sonoras, mejora en el paisaje, sobre todo, un ambiente más saludable para sus trabajadores y la comunidad.



## RECOMENDACIONES

1. Que las empresas de la industria del concreto premezclado adopten programas de producción limpia, como estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo que permitan reducir riesgos para la salud humana y del medio ambiente.
2. Que las empresas estudiadas implementen buenas prácticas de trabajo que permitan: reducir la cantidad de desechos sólidos, minimizar la cantidad de desechos líquidos, reciclar el agua, tratar las aguas residuales, manejo adecuado de productos y desechos peligrosos y el ahorro energético.
3. Que las empresas de la industria del concreto premezclado contraten personal calificado para implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo para laborar exclusivamente en las plantas dosificadoras y mezcladoras para obtener como resultado una mayor eficiencia operacional.
4. Crear acciones para reducir el volumen de concreto devuelto y residual en las plantas, por ejemplo: convenios con municipalidades para el aprovechamiento de este concreto e implementación de recicladoras de concreto dentro de las plantas.

5. Que el personal de planta utilice de manera obligatoria y permanente el equipo de protección personal: tapones para protección auditiva, lentes y mascarilla para protección respiratoria en las áreas de producción. Seguir indicaciones de pictogramas en cuanto al uso de equipo de protección personal, en área de agregados; mantener riego constante de agua para disminuir la emisión de partículas en el medio ambiente o bien para evitar que el viento las propague a otras áreas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Calidad ambiental: definiciones*. [en línea].<[http://www.science.oas.org/oea/gtz/libros/Ambiental/cap3\\_amb.htm](http://www.science.oas.org/oea/gtz/libros/Ambiental/cap3_amb.htm)>.[Consulta: 22 de marzo de 2015].
2. CERDA SEPÚLVEDA, Romina María. *Desarrollo de metodología para calificar el desempeño de las plantas de hormigón premezclado desde el punto de vista ambiental*. Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile, 2007. 118 p.
3. *Concreto*. [en línea].<<http://www.holcim.com.mx/productos-y-servicios/concreto.html>>.[Consulta: 6 de febrero de 2015].
4. DE LEÓN QUIÑÓNEZ, Alan Augusto. *Reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el incremento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que este genera*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 181 p.
5. *El concreto y cemento verde*. [en línea].<<http://ideasparaconstruir.com/n/2881/el-concreto-y-cemento-verde.html>>.[Consulta: 08 de marzo de 2015].

6. FLORES ROMERO, Ángel Eduardo. *La variable ambiental en la trayectoria tecnológica de la industria cementera*. Trabajo de graduación de Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, Ciencias Sociales y Humanidades, UAM, México, 2003. 136 p.
7. *Gestión ambiental*. [en línea].<[http://es.wikipedia.org/wiki/gesti%C3%B3n Ambiental](http://es.wikipedia.org/wiki/gesti%C3%B3n_Ambiental)>. [Consulta: 10 de marzo de 2015].
8. *Hormigón*. [en línea].<<http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>>. [Consulta: 20 de marzo de 2015].
9. IRUNGARAY SIERRA, Sergio Armando. *Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obra por camiones mezcladores en el departamento de Guatemala, según la norma ASTM C-94*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 116 p.
10. *La construcción sostenible*. [En línea]. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/apala.html>. [Consulta: 02 de febrero de 2015].
11. LEMOS VILLARROEL, Viviana Valeria. *Propuesta de control de calidad para la fabricación del hormigón premezclado en central hormigonera, aplicando el concepto de trazabilidad e integración de proveedores y distribuidores*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2010. 146 p.

12. LEÓN MÁRQUEZ, Ricardo. *Análisis de los aspectos ambientales de una organización*. Medellín – Colombia, Centro Nacional de Producción más Limpia, 2005. 58 p.
13. *Planta de producción de concreto premezclado*. [en línea]. <<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=029&fdname=NON-METALLIC+MINERAL+PRODUCTS&pagename>>. [Consulta: 8 de marzo de 2015].
14. *Problemática y solución de la contaminación del aire por concreteras*. [en línea].<<http://es.scribd.com/doc/73568878/PROBLEMATICA-Y-SOLUCION-DE-LA-CONTAMINACION-DE-AIRE-POR-CONCRETERAS#scribd>>. [Consulta: 16 de agosto de 2015].
15. *Sostenibilidad en la industria del concreto premezclado*. [en línea]. <<http://www.zvdesign.org/laboratorios/wp-content/uploads/2012/12/Sostenibilidad-en-la-Industria-del-Concreto-Premezclado-uso-eficiente-del-agua.pdf>>. [Consulta: 6 de marzo de 2015].
16. *Tecnología del concreto*. [en línea].<<http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/concreto-premezclado-33929146>>. [Consulta: 16 de febrero de 2015].
17. VELÁSQUEZ JOFRE, Martín. *Evolución de la industria del concreto en Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 201. 205 p.



# APÉNDICES

## Apéndice 1. Cuestionario

I. Datos encuestado										
Fecha:					Edad:					
Formación académica:										
Puesto en la empresa:										
Experiencia (años):										
Conocimiento gestión ambiental:					Alto		Medio	Bajo		
II. Datos empresa										
Generales										
Ubicación										
Colindancias (industrial, comercial, residencial, agrícola, otro, especifique)										
Norte										
Sur										
Este										
Oeste										
Número de trabajadores:		+15		+35		+50		+100		+200
Número de camiones:										
Instalaciones:										
Tipo de planta:		Dosificadora			Mezcladora			otra		
Existen planos de la planta:		SÍ				NO				
Área estimada que ocupa m <sup>2</sup>										
Ha sufrido modificaciones en los últimos 5 años										
Distancia y dirección del curso de agua más cercano										
Tipo sistema de drenajes (sanitario y pluvial):		separativo			Otro					
Producción										
Volumen de producción 2 014 m <sup>3</sup>										
Días de operación (marque los días)					D L M M J V S					
III. Información gestión ambiental										
Empresa										
La empresa está acreditada o certificada		SÍ			NO					
Cuentan con instrumento de gestión ambiental										
Cuentan con política ambiental										

Continuación, apéndice 1.

<b>Manejo de desechos sólidos</b>		
Cuentan con programa de manejo para los desechos:	SÍ	NO
Comunes		
Peligrosos		
Especiales (operación y mantenimiento)		
Identifique las acciones que existen en la planta para el manejo de los desechos comunes:	SÍ	NO
Clasificación		
Revalorización		
Reutilización		
Reciclamiento		
Otro, especifique:		
Identifique las acciones que existen en la planta para el manejo de los desechos especiales:	SÍ	NO
Clasificación		
Revalorización		
Reutilización		
Reciclamiento		
Otro, especifique:		
Identifique las acciones que existen en la planta para el manejo de los desechos peligrosos:	la misma empresa	empresa especializada
comunes		
peligrosos		
Cómo se trata el concreto devuelto (marque con una X a la par de la respuesta)	sistema químico	
	sistema mecánico	
	sistema combinado prefabricados	
	otro, especifique	
Cómo se trata el concreto residual (marque con una X a la par de la respuesta)	sistema químico	
	sistema mecánico	
	sistema combinado prefabricados	
	otro, especifique	
<b>Manejo agua residual</b>		
Cuentan con programa de manejo para aguas residuales	SÍ	NO
Domésticas		
Especiales (operación y mantenimiento)		
Cuentan con instalaciones para el manejo para aguas residuales	SÍ	NO
Domésticas		
Especiales (operación y mantenimiento)		
Cuentan con un programa de monitoreo de la calidad del agua		



Continuación, apéndice 1.

Situación de la empresa respecto al Acuerdo Gubernativo 236	cumple	no cumple
Cumple parcialmente, otro, especifique		
Cuenta con algún programa de reducción, optimización del consumo de agua	SÍ	NO
Instalaciones especiales		
Campaña de concientización		
<b>Emisiones</b>		
Cuentan con programa de manejo para control de emisiones	SÍ	NO
Cuentan con un programa de monitoreo		
Cuentan con instalaciones para el control, reducción de las emisiones		
<b>Manejo de combustible, productos químicos</b>		
En la planta se almacenan:	SÍ	NO
Combustibles		
Lubricantes		
Químicos		
El personal que los maneja recibe capacitación		
Existe un plan de contingencias		
Han sufrido derrames		
Se han realizado acciones para prevenir la contaminación del agua por derrames		
Impermeabilización del suelo		
<b>Aspectos socio económicos</b>		
	SÍ	NO
La empresa apoya a la municipalidad local		
Han recibido quejas de los vecinos por el funcionamiento de la planta, cuando:		
La empresa cuenta con programa de comunicación/apoyo con los vecinos		
Medio de comunicación		
Clínica médica		

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Lista de verificación

I. Información general		
Fecha y datos generales		
Fecha:	Edad:	
Nombre:	Cargo:	
II. Información de instalaciones		
Tipo de planta	Dosificadora	
	Mezcladora	
Existen plano de la planta	Sí	No
Tamaño estimado de la planta (área m <sup>2</sup> ):		
Comparten las instalaciones con otra empresa	Sí	No
III. Manejo de desechos		
Manejo de concreto devuelto y residual		
Cómo se trata el concreto devuelto	Sistema químico	
	Sistema mecánico	
	Sistema combinado	
	Prefabricados	
Otro, especifique:		
Cómo se trata el concreto residual	Sistema químico	
	Sistema mecánico	
	Sistema combinado	
	Prefabricados	
Otro, especifique:		
Manejo de desechos comunes / se clasifican	Sí	No
Metales		
Plásticos		
Papel y cartón		
Desechos de taller de mantenimiento		

Continuación, apéndice 2.

IV. Manejo del agua		
	Sí	No
La ubicación de la planta está en área crítica		
Se han realizado acciones para prevenir la contaminación del agua por derrames		
De qué tipo	Impermeabilización del suelo	
	Instalaciones para el manejo de derrames	
	Sí	No
Tuvieron algún incidente de esta naturaleza		
Su red de drenajes es separativa		
Cuentan con algún sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial		
Cuentan con accesorios para reducir el consumo de agua		
Existen instalaciones para el tratamiento de aguas residuales		
V. Emisiones		
Polvo		
De acuerdo a las condiciones de la visita, existen emisiones visibles en:	Sí	No
Recepción agregados S/N		
Manejo interno agregados S/N		
Utilizan algún sistema para reducir la emisión		
Existen quejas de los vecinos (indicar fecha)		
Tomaron alguna medida respecto a esta situación		
Gases, partículas		
Existe programa de mantenimiento equipo y maquinaria	Sí	No
Existen quejas de los vecinos (indicar fecha)		

Continuación, apéndice 2.

VI. Ruido		
De acuerdo a las condiciones de la visita, cual es el nivel de ruido:	Acceptable	Molesta
Se han realizado mediciones (fecha última)	Sí	No
Utilizan algún sistema para controlar/reducir esta condición		
Existen quejas de los vecinos (indicar fecha)		
Resultados de la queja:		
VII. Manejo de combustible, productos químicos		
En la planta se almacenan:	Sí	No
Combustibles S/N		
Lubricantes S/N		
Químicos S/N		
De acuerdo a la visita, el sistema de identificación y manejo es adecuado		
De acuerdo a la visita, existe equipo de prevención de emergencias		
El personal que los maneja recibe capacitación		
Existe un plan de contingencias		

Fuente: elaboración propia.